


BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
XXIII
E
60
NAPOLI



INTERPRETATIO NATURÆ,

SEU

PHILOSOPHIA

NEWTONIANA METHODO

EXPOSITA,

ATQUE

ACADEMICIS USIBUS

ADCOMMODATA

A

JACOBO ZALLINGER

PHILOSOPHIÆ ANTEA PROFESSORE

ET SS. THEOLOGIÆ DOCTORE.

TOMUS III.

COMPLECTENS

PHYSICAM SPECIALEM.





PERMISSU SUPERIORUM.

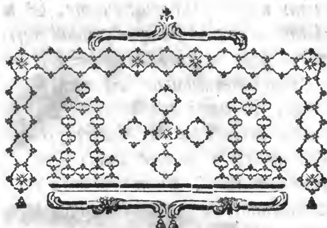
AUGUSTÆ VINDELICORUM

SUMPTIBUS JOSEPHI WOLFF

M DCC LXXV.







PRÆFATIO.

Siquis principia Mechanices terrestris, ac cæleſtis priore a me tomo expoſita cum iis conferat, ac contendat rebus, quas hoc præſente complecti adlaboravi, fortaſſis iniqua me partitione uſum iudicabit. Illa enim paucioribus verbis explicari: hæc plurimis vix enumerari videntur poſſe. Equidem, ſi id agendum eſt, ut tracta-

tionis modus ſola multitudine, & varietate rerum definiatur, haud refragabor huic iudicio, meumque ipſe propoſitum condemnabo. At enim ſic exiſtimo, in omni conſtitutione ſcientiarum, artiumque, & interpretationis vel doctrinæ genere quocunque non tam numerum, quam momenta rerum exponendarum eſſe conſideranda; ita, ut, quæ pluſculum obſcuritatis, ac difficultatis habent, quæque aliis deinceps declarandis & percipiendis aptiora, magisque neceſſaria ſunt: ea plus temporis operæque iure expoſcant: quæ vero planiora, & ab expoſitis ante principiis levi brachio a quovis deducenda videntur, hæc verbis paucioribus confici, atque intento digito potius monſtrari, quam fuſe explicari debeant.

Ex tot ſolertiſſimis, doctiſſimisque viris, qui diſciplinarum inſtitutiones dedere in lucem, nemo unus eſt,

qui-

qui res singulas & universas facultatis suæ ambitu comprehensas pro dignitate diducere, & intra præfixas institutionum angustias constringere aut potuit, aut unquam in animo habuit. Ac si de operibus celeberrimorum virorum iudicium ferendum est ex rebus iis, quas prætermiserunt omnino, vel paucis verbis attigerunt magis, quam explicarunt; nihil est, quod contemni, & exsibilari non possit.

Sunt hoc ævo nonnulli scientiarum maxime Physicarum amatores, qui regna naturæ *præ cæteris Phylosophorum tractationibus plurimum extollunt, ea dico, regna, quæ fossibilium, vegetabilium & animalium diversas species, classesque, ordines, operationes, commoda & fines exhibent. Recte hi quidem sentiunt, & præclare pro colenda eruditione, salu-*

lubriter pro commodis Rei publicæ, adcommodate pro gloria Summi Conditoris illustranda. At enim adcurata, & philosophica earum rerum expositio multas requirit prævias tractationes, quas si prætermiserit Philosophus, vel obiter arripuerit, cum optato fructu, honestaque voluptate in iis regnis versari minime possit. Qui naturæ leges, solitasque operandi vias, qui vires rerum corporearum ad certas leges reductas, qui operationes chemicas, qui elementorum maxime vulgarium, ignis, aeris, aquæ & terræ proprietates, effecta, concursus, pugnas &c. parum perspecta habet; næ is, opinione quidem mea ad naturæ regna tot difficultatibus obsepta, tot occultis munita præsidiis totque obstaculis ex omni parte circumvallata repente expugnanda inermis accedit! De iis autem legibus, ac viis naturæ, de corporum viribus, opera-

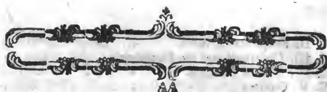
rationibus, proprietatibus, effectis, pugnis, concursibus quid distincte percipere, quid ad generalem usum adcommodare potest is, qui Mechanices principiis non modo tinctus, sed penitus imbutus haud est? Haec sunt arma illa, quae si tractare didiceris, naturae regna tentes invadere: Haec unica prope, tutaque via est, qua si progrediaris, ad maximarum rerum atque utilissimarum cognitionem pervenire queas: hae sunt praeviae illae tractationes, quae institutione atque interpretatione egent maxime; Caeteras deinde res, si generatim, & summorum capitum delineatione quadam primo perceperis, tutemet excoles, si res poscat, & suppetat otium.

Verum utcunque ista ab aliis aliter diiudicentur, Ego quidem, cum in omni re philosophica, atque etiam in publica earum artium institutione longis gravibusque studiis versatus es-

ſem; non dubitavi, ut in Republica literaria, quid maxime ſentirem, libere, aperteque pronunciare. Scripſi etiam de naturæ regnis, ſi copiam rerum, & varietatem ſpectes, pauca: ſi inſtitutionum rationem, finemque, ſat multa. Benevoli lectoris eſt, libere uti ſuo iudicio, atque optimam ſemper philoſophandi, ſcientiasque tractandi methodum perquirere.



SE-



SERIES TRACTATIONUM

TOMI III.

INTRODUCTIO IN PHYSICAM SPECIALEM.

SECTIO I. DE SPECIALIBUS CORPORUM VIRIBUS.

SECTIO II. DE IGNE, ET CONNEXIS PROPRIETATIBUS.

C. II.

SECTIO III. DE ELEMENTO AERIS.

SECTIO IV. DE ELEMENTO AQUÆ ET TERRÆ.

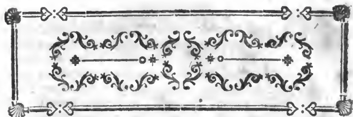
SETIO V. DE REGNIS NATURÆ.

Ter-





IN-



INTRODUCTIO
IN
PHYSICAM
SPECIALEM.

Physicam in binas partes vulgo distraxerunt Auctores, præsertim ii, qui ante Newtonum philosophati sunt, aut qui præclara eius inventa contemsere postea ex ignorantia, vel *experimentalem* philosophiam nomine magis, quam re sunt secuti. Alteram partem Physices vocarunt *generalem*, quæ generales corporum proprietates, & affectiones explicaret: alteram *specialem*, quæ de specialibus proprietatibus corporum ad certas classes reductorum ageret. Nec vero ista divisio reprehendi potest. Verum cum ex methodo, quam quisque in natura investiganda tenet, maxime intelligi debeat, quid ad quamvis istarum partium referri oporteat, nonnulla hoc loco præmittenda sunt, quæ ad faciliorem universæ tractationis progressum, rerumque ad Physicam pertinentium clariorem expositionem conducere visa sunt.

§. I.
Quibus De Rebus Agat Utraque Pars Physices.

Physica generatim est facultas ex observationibus & experimentis eruendi naturæ leges, & caussas na-

turalium rerum, tum ex iisdem erutis inventisque reddendi rationem phœnomenorum passim occurrentium. Ut naturæ leges, & caussæ naturalium rerum eruantur, maxime necessaria est cognitio motuum, queis & terrestria & cælestia corpora generatim aguntur; ignorato enim motu naturam ignorari necesse est. Quapropter Mechanica, quæ scientia generalis motuum est, primam sibi in naturæ investigatione atque interpretatione partem vendicat, quæ proinde generalibus, certisque motus principiis ac legibus a vi inertiæ & gravitate universali ac mutua pendentibus tota continetur. Neque enim corporum vires, a quibus plurimæ eorundem, ac diversæ tum proprietates, tum mutationes proficiscuntur, recte inquiri, satisque confirmari possunt, nisi exploratum sit antea, quid inertiæ ope, ac per leges mechanicas effici possit, debeatque. Innumerabiles hypotheses, quas Philosophi invita natura protulere de corporum firmorum cohæsione, de elasticitate, de caussis operationum chemicarum, de ascensu fluidorum in vasa capillaria, & maxime de gravitate corporum terrestrium, aliisque similibus argumentis nunquam in philosophia locum occupassent, nec discentium ingenia irrito labore occupassent, si mechanices principia diligenter demonstrata, & posita ob oculos fuissent. Newtonus quidem, a quo non solum cognitionem summarum philosophiæ veritatum, quæ inaccessæ videbantur humano ingenio, verum etiam recte philosophandi methodum accepimus, verbis, & re docuit, mechanicarum legum cognitionem, & calculi laborem præmitti debere physicis disquisitionibus. Nam initio L. III. Principiorum in hunc modum præfatur: *in libris præcedentibus principia Philosophiæ* (naturalis) *tradidi non tam philosophica, sed mathematica, ex quibus videlicet in rebus philosophicis disputari possit: hæc autem sunt motuum, & virium leges & conditiones, quæ ad philosophiam maxime spectant.* Prima igitur Physices pars *physico - mathematica* est; neque *Physices generalis* nomine aliud designo, quam principia Mechanices & terrestris & cælestis a viribus inertiæ, ac mutuæ & generalis corporum attractionis pendentia; quæ quidem adcurate exponere adlaboravi superiore operis mei

par-

parte. At enim præter hasce vires inertiæ, & universalis attractionis, queis totum planetarium systema ceu fundamentalibus, ut aiunt, legibus gubernatur, alia præterea attrahentium, imo & repellentium virium species, seu potius diversa earundem virium lex in natura extat, a qua in diversis corporum classibus diversæ proprietates, atque adfectiones derivantur. Hanc virium speciem, seu legem ab inertia & gravitate universali haud parum discrepantem diligenti observationum atque experimentorum studio, facilique ratiocinio discimus, & generatim pari firmitate, ac perspicuitate intelligimus, qua generalis & mutua corporum attractio intelligi omnino, ac demonstrari potest. Eadem virium lex, cum in exiguis duntaxat elementorum, & partium corporis distantiis vigeat, & a generali attrahendi lege, quæ majoribus corporum distantiis respondet, non parum, uti diximus, recedat, passim *virium specialium* nomine denotatur. Quamobrem altera Physices pars, quam *specialem* nuncupant, primo specialium istiusmodi virium phœnomena & velut specimina colligit; dein quia innumerabilis corporum varietas & copia occurrit, ea ad certas classes reducit, ac de vulgaribus quatuor elementis, igne, aere, aqua, & terra agit, quæque a singulis pendent, vel cum iis connexa sunt, una contemplatur. Hisce expensis in naturam corporum totalium intimius penetrare nititur, atque in primis in tellure nostra triplex regnum, animale, vegetabile, & minerale pervadit, cui regnum atmosphæricum nonnulli prudenti consilio adiunxere. Cæterum tractationi de primis corporum elementis seu principiis, eorumque natura, etsi quidam Philosophi plurimum operis, temporisque impendant; tamen perparum fere tribuunt ii, qui cognitione naturæ progressuque philosophiæ præ incertis & obscuris disputationibus delectantur. Res enim ista nec ad informandam, perficiendamque humanam mentem, nec, ut progressum quendam in Physica faciamus, omnino conducere videtur, atque ad ancipites præterea & interminatas controversias ac metaphysicas, & arbitrarias notiones deducit.

§. II.

Qua Methodo Utatur Physica Specialis.

In definienda superius Physica satis aperte indicavi methodum, qua ea generatim, ac proinde utraque eiusdem pars pertractanda sit. Hæc methodus & synthetica est, & analytica, sed primas semper tenet analysis; quia observationum, atque experimentorum ope in primis investigandæ atque eruendæ sunt naturæ leges, & caussæ proximæ naturalium rerum (quod analyseos munus est) dein ex iisdem legibus, caussisque proximis inventis atque erutis aliorum phœnomenorum passim occurrentium reddenda est ratio; quæ quidem res ad synthesin pertinet. Nimirum duplicis generis phœnomena in contemplatione naturæ occurrunt; alia satis aperta sunt, & simplicia, atque inductionis & matheseos ope ita exposita ac confirmata, ut ex iis lex quædam naturæ & caussa proxima certarum mutationum ac motuum colligi ac concludi possit: alia haud paullo occultiora, magisque complicata, tantumque involuta, ut si se solis considerentur, difficillimum explicatum habeant; sed quorum ratio ex priore conclusione, & naturæ lege analytice inventa, & instar principii postmodum assumta haud ægre derivari queat. Quemadmodum igitur in Mechanica generalem mutuamque corporum attractionem ex observationibus & phœnomenis cælestium motuum analytica methodo primo investigavimus; eandemque attractionem, cum satis confirmata iam videbatur, instar principii assumtam synthetico ordine explicandis aliis phœnomenis adhibuimus; sic eandem deinceps in Physica speciali tenentes rationem a Newtono præscriptam, alia quidem phœnomena, eaque aperta & extra controversiam posita ad stabiliendas speciales corporum vires referemus, certisque propositionibus complectemur: alia vero magis complicata, & quorum occultior origo est, ex iisdem propositionibus conabimur explicare; ut hoc quidem modo in pervestiganda natura primo semper loco analysis retineatur tanquam tutissima veritatis inveniendæ via: eadem autem instar principii, ac veræ legis assumpta,

&

& in synthesin redacta postmodum usui sit rebus obscuris declarandis, incertis confirmandis, atque iis, quæ penitus involuta sunt, quaqua fieri potest ratione, evolvendis. Ex his colliges, definitionem Physices, quam supra dedimus, cum modum exprimat, quo ea scientia acquiri possit, realem esse, ac veritati consentaneam; Qui porro Physicam volunt esse scientiam, quæ *ex rerum naturalium essentia atque natura* rationem reddere debet eorum, quæ in natura rerum contingunt, viderint sane, quid definitione sua, & grandibus promissis dignum adferant in suis lucubrationibus; certe ex rerum naturalium *essentia*, *atque natura* nequit ratio reddi phœnomenorum, nisi eadem natura, atque essentia naturalium rerum antea perspecta sit, satisque explorata; quis est autem philosophus, qui, cum veritati intentus naturam contemplatur, neque hypotheses, & cogitata sua cum veritate & operibus naturæ miscet, non manifesto intelligat, circa naturas, atque essentias rerum naturalium penitus nos cæcutire in hoc mortali statu? Idearum omnium expertes hunc mundum ingredimur, & velut peregrini, ac hospites accedimus ad contemplandam naturam, haud secus, ac siquis hospes in rem publicam aut civitatem bene ordinatam veniret, nec ejus leges, quibus regitur, ex archivo extrahere & videre, nec ab aliis, qui eas leges constituere, vel tabulas inspexere, addiscere posset; qui quidem nulla alia via in earum notitiam perveniet, nisi diligente eorum, quæ in dies accidunt, observatione; ex qua demum colligeret, quæ leges sint, qui mores, quæ criminibus statutæ pœnæ, virtutibus præmia? quæ rebus pretia sint præfixa, quæque sunt generis istius. Simili prorsus modo observationum, atque experimentorum subsidio naturæ leges comperimus, iisque compertis phœnomenorum deinceps occurrentium rationes explicamus; quæ autem intima sit rerum constitutio, natura, essentia, vel *substantia*, *minime cognoscimus*, uti & Newtonus animadvertit ult. Scholio generali L. III. Princip. *Videmus tantum corporum figuras, & colores, audimus tantum sonos, tangimus tantum superficies externas: olfacimus odores solos, & gusta-*

stamus sapores : intimas substantias nullo sensu , nulla actione reflexa cognoscimus.

§. III.

Explicationes Mechanicæ Quænam Sint.

Duo hic exponenda sunt , *primo* quænam caussæ , & explicationes phœnomenorum mechanicæ vulgo adpellentur : *secundo* quænam adpellari possint , vel debeant. Ad *mechanismum* igitur *vulgarem* pertinent adfectiones mechanicæ corporum , vel exiguarum partium eorundem , & motus productus secundum leges inertiæ per impulsionem. Adfectiones mechanicæ corporum , vel exiguarum partium censentur impenetrabilitas, unde unde oriatur , certa extensio , & magnitudo tum particularum tum pororum , qui inter particulas corporum intercedunt , determinata figura e. g. cuspidata , cuneiformis , sphærica , adplicatio unius corporis ad aliud , vel particularum corporis , durities earundem , quæque sunt istius generis in instrumentis artium mechanicarum passim occurrentia. Ad motum productum secundum leges inertiæ per impulsionem etiam pertinet pressio orta a gravitate tum fluidorum , tum solidorum corporum , mutationes per calorem & motum intestinum effectæ. Quisquis ex hisce rebus rationem reddit phœnomeni cuiusdam , explicationem illius mechanicam adferre vulgo creditur. Philosophi nonnulli eliminatis Veterum Peripateticorum qualitatibus ocultis instar legis , aut axiomatis sumsere : *mechanice philosophandum est.* Cum enim *plurimas* corporum mutationes ab adfectionibus mechanicis particularum , & ab impulsu pendere cernerent , præcipiti conclusione statuerunt , *omnia* demum naturæ opera , ac phænomena hoc modo peragi ; & quoniam attractionis nullam explicationem mechanicam adferebant plerique Newtoniani , eandem ex philosophia instar qualitatis occultæ eliminandam esse a multis creditum est. Ex hac philosophandi lege temere assumta, incredibile dictu est, quot hypotheses , quamque inter se & cum genuinis mechanices principiis pugnantes, velut ex equo troiano prosilie-

lierint. Quære ex Philosophicis hisce mechanicis, unde lapsus corporum terrestrium versus centrum telluris oriatur; a materia subtili, respondebunt, sursum, vel deorsum premente, vel motu vorticoso acta, vel elastica & oscillante, vel non elastica. Quære, unde proveniat elasticitas corporum; ab eadem materia subtili irruente in poros corporum, vel compressa intra poros, aut vorticulos, nescio quos, efficiente. Unde lux? a materia subtili corpori lucido circumfusa, & impulsa versus oculum per vibrationes elasticas, aut seriem rectilineam globulorum penitus durarum, & compressionis incapacium. Unde phœnomena electrica? ex materia subtili affluente & refluente; unde calor? ex eadem materia subtili motu perturbato agitata. Unde corporum fluiditas? nempe ex materia subtili inter exiguas moleculas corporum fluidorum interlabente; unde cohæsio corporum firmorum? ex materia subtili partes minimas corporum comprimente, & coniunctas tenente. Hæc igitur est philosophia mechanica, quæ tantis laudibus in cælum fertur, quæ ad captum, ut aiunt, & intelligibili modo quidvis explicat, & Newtonianæ attractioni longe præferenda est, in qua nempe quidlibet audendi, fingendique semper fuit æqua potestas, ut eadem materia subtilis deorsum, sursum, in omnem partem simul moveatur: ut ob incredibilem subtilitatem omnium corporum meatus pervadat, simul partes earundem summa vi comprimat, & coniunctas teneat: ut contrariarum adfectionum, quales sunt firmitas corporum, & fluiditas, eadem caussa existat; ut particulas corporum levissime cohærentes (ceu in vegetatione chemica) non disiiciat motu perturbato & intestino, simul aliorum corporum, ceu metallorum, partes firmissime cohærentes impellat, ac dissolvat, uti fit in chemicis solutionibus. Hactenus exposui, quid per mechanicas explicationes vulgo denotent Philosophi, maxime Cartesiani, & Semi - Cartesiani, qui se *Eclecticos* non raro vocitant. Restat, ut declarem, quænam explicatio re ipsa possit, debeatque mechanica adpellari. Mechanice philosophari aliud non est, quam operam dare, ut phœnomena explicentur secundum leges in Mechanica demonstratas. Quo quidem modo omnis doctri-

na motuum a vi inertiæ & gravitate universali pendentium, omnisque phœnomenorum explicatio ei doctrinæ conformis ad mechanicam pertinet. quæ ARCHIMEDES de æquilibrio tradidit, & liquido insidentibus, GALILÆUS de libero descensu gravium, HUGENIUS de viribus centralibus, & centro oscillationis, NEWTONUS de motu in traiectoriis; certe ad mechanicam referenda sunt, etsi explicatio phœnomenorum istiusmodi minime ab adfectionibus mechanicis particularum, aut impulsu petita sit. Quidquid igitur prima Physices parte a nobis expositum est, penitus *mechanicum* censeri debet. Sed quæstio relinquitur, solane mechanices principia, ac solæ vires inertiæ & gravitatis universalis extent in natura, & phœnomenis quibuscunque explicandis sufficiant. Si observationum atque experimentorum ope, & legitima inductione contrarium ostendatur in altera parte Physices, frustra oggeretur arbitrarium axioma: *mechanice philosophandum est.*

§. IV.

QUID NOMINE ATTRACTIONIS VENIAT?

Attractio nobis est determinatio ad accessum; eaque voce utemur, quotiescunque corpora vel particulas corporum ad sese accedere, aut firmius, quam ut proprio pondere separentur, inter se cohærere observamus sine impulsu caussæ externæ adhuc cognitæ, vel alterius cuiuscunque assumtæ, quæ secundum notas mechanices leges agat. Sic plurima corpora ad se mutuo accedere, & sibimet mutuo adhærescere videmus, quin ulla caussa exterius premens aut comprimens detegi, aut salvis mechanicæ legibus adsignari possit. Si ea determinatio ad accessum fit secundum legem gravitatis generalis decrescentis reciproce, uti quadrata distantiarum crescunt, attractio dicetur *generalis*: si vero contingat lege quadam diversa, erit *specialis*. Quisquis corporum motus, quos attractioni tribuimus, ab impulsione externa provenire statuit, is caussam ignotam, & temere confictam noto effectui adsignat. Si vi externa corpora ad se accedere novimus

mus, ea non attrahi, sed impelli dicimus. Qui igitur attractionem ex philosophia eliminandam putant, iis demonstrandi onus incumbit, omnia corpora semper impulsione externa ad se ferri, non hypothesin assumendo, aut singendo quidvis pro libitu; sed observationum atque experimentorum in sensus incurrentium ope eam probando, & confirmando; quod, cum nemo mortalium adhuc præstiterit, interea voce attractionis utemur. Phœnomena & observationes non nisi mutuos corporum accessus, motusque nobis exhibent: Porro evidens est, & extra omnem controversiam, eos motus pendere a potentia quadam activa, sive a principio, quod illos producere valeat; tale principium vel externum est, vel internum. Externum nullo modo detegimus (nisi ad DEUM velimus recurrere) imo eiusmodi deprehendimus phœnomena, quæ a principio externo secundum cognitas leges mechanices agente provenire omnino haud possint. Quid igitur concludemus? nullum re ipsa extare principium externum, a quo illi motus oriantur? haud sane. Nec enim ignorantia nostra rem tollit, nec opera conditoris angustis limitibus nostræ mentis arctanda sunt. Forsitan, ait MUSSCHENBROEK in Elem. Phys. pendent nonnullæ attractiones ab aliis præterea caussis singularibus, quarum ideam formare nondum potuimus propter penuriam adcuratarum observationum, aut subtilitatem adparitionum, quas forte deteget posteritas, cum Physica experimentalis ardentius exculta erit: idcirco plurima phœnomena recte explicari, & demonstrari non poterunt, priusquam hæ caussæ erutæ erunt. Illud igitur hoc *primo* statuamus: Mala est, & inepta hujusmodi conclusio: *nullum a nobis deprehenditur principium externum, a quo mutui corporum accessus proveniant; ergo nullum re ipsa tale principium extat in natura. Secundo.* E contrario legitima est conclusio istiusmodi: *Phœnomena naturæ a vulgari mechanismo & principio externo secundum notas leges mechanices agente minime proveniunt: igitur admittendæ sunt vires a vulgari mechanismo, & principio quovis externo secundum notas leges mechanices agente distinctæ.* Eiusmodi vires, si sint determinationes ad accessum, vocantur *attractivæ*: si

ad recessum, *repulsivæ*. *Tertio* duplex in hac re quæstio moveri potest, quarum altera ab altera diligentissime, ac perpetuo segreganda est: 1. *An extent* in natura potentiæ activæ, a quibus vires attractivæ & repulsivæ, sive determinationes ad accessum, aut recessum corporum proveniant: 2. *Quid sint*, & cuiusmodi naturam habeant istiusmodi potentiæ activæ. Primæ quæstioni legitime ac manifesto satisfieri potest, etsi altera penitus occulta sit, & remota ab intelligentia nostra. Ac reipsa priorem ita dissolvemus, nihil ut dubii relinquatur. Altera non magis Newtonianos, quam omnes omnium temporum philosophos (exceptis Cartesianis rigidis omnes motus Dei actioni adscribentibus) cum omnes principia motuum, & potentias activas agnorint, etsi nemo illorum intimas earum naturas, atque essentias perspexerit. Torquet hac quæstionum diversitate intellecta porro oggeri non potest ab adversariis Newtonianæ philosophiæ: *attractio est qualitas occulta*: *explicari non potest*, *quid sit vis attractiva*, *& repulsiva &c.* quæque istis similia sunt, de quibus infra disseremus.

§. V.

De Machinis Ad Experimenta Necessariis.

Rerum physicarum studiosis nihil commodius accidit, quam si instrumenta & machinas ad experimenta capienda maxime necessarias habeant præ oculis, earumque totam structuram, atque usum comprehendant. Eiusmodi machinæ sunt *Antlia pneumatica* ab Ottone Guerickio consule Magdeburgensi inventa: a Boylio perfectior reddita; a quibus *hemisphæria Guerickiana*, & *vacuum Boylianum* nomen habent: tubus aut machina phœnomenis *electricis* serviens: tubus *Torricellianus* aut barometrum: *thermometrum* tum florentinum seu Reaumurianum, tum Fahrenheitianum: *specula caustica*: *microscopium* & *telescopium*. Horum enim in physicis institutionibus fere perpetuus usus est, ac primis ideis principiisque philosophiæ experimentalis ingerendis maxime adcommodatus. Ex Antlia & vacuo Boyliano, ubi omnia corpora, etsi pondere differant, æquali celeri-

leritate decidunt, discent vim acceleratricem gravitatis a motrice, & massam a volumine distinguere; ac diversam porositatem corporum, & gravitatem specificam concipient. Phœnomena electrica manifesto indicio sunt, fieri posse, ut materiæ fluidæ occupent & pervadant corporum meatus, quæ solis effectibus deprehendantur. Tubus Torricellianus de fluidorum pressione, & perpetuis mutationibus atmosphæræ ideam ingerit. Thermometrum non obscure docet, calore omnia corpora rarefieri, & manente eadem massa in maius volumen redigi secundum omnem dimensionem: contra autem frigore constringi: eundem calorem in motu intestino partium minimarum situm esse, dumque ex uno corpore in aliud demigrat, semper versus loca frigidiora ferri. Observationes microscopicæ de immensa subtilitate materiæ, & incredibili exilitate molecularum corpora componentium fidem facient; quæ res tum in natura, tum in naturæ explicatione maximi momenti est. Omnis enim corruptio corporum, & generatio, qua prior status sensibilis penitus tollitur, & introducitur novus, non nisi disiunctione & combinatione exilissimarum particularum peragitur; ob eandem subtilitatem fit, ut nihil purum, ac homogeneum in natura reperiatur, sed omnia, quæ limpidissima videntur, innumeris constent particulis heterogeneis. Hoc igitur modo experimentorum ope generalia Physices specialis principia exponentur, quæ deinceps in omni pervestigatione naturæ permagni usus sunt. Cæterum in describendis ac delineandis istiusmodi machinis, quæ ingenti numero & varietate occurrunt in hac Physices parte, multum operæ collocare, supervacaneum duxi; propterea, quod id præstitum sit adcurate a compluribus rerum physicarum cultoribus, eædemque in museis physicis passim nunc extent. Præstat igitur oculis discentium eas subjicere, quam multis verbis aut delineationibus fatigare vim imaginandi.

---

§. VI.

§. VI.

De Chemica Corporum Resolutione.

Chemia docet per varias operationes & inftrumenta diffolvere corpora in minimas partes, ex quibus componuntur, & diffoluta componere & combinare diverfis modis. In refolutione corporum denique pervenitur ad exiliffimas moleculas, quæ, etfi compofitæ fint ex minoribus partibus, tamen nulla arte refolvi in plures heterogeneas poffunt, fed utcunque divifæ femper homogeneæ permanent. Hæ moleculæ adpellantur *materiæ primigeniæ, ac principia corporum mixtorum*, & quinque numero cenfentur hac ætate, ignis elementaris, fal acidus & alcalinus, aer, phlegma, terra damnata. Addunt nonnulli *fulfur primigenium*, feu materiam, quæ aliis commixta corporibus, ea inflammabilia reddit, & vulgo *phlogifton* dicitur, ut adeo fulfur primigenium feu principium fulfureum, aut phlogifton fit id, quod in corporibus ratio eft, cur inflammari, aut flammam queant concipere. Verum fi fuligo, quæ ex fumo corporum accenforum aliis vicinis corporibus adhæret, rite exuritur, terra *pura*, quam idcirco *virgineam* vocant, obtinetur, quæ nulla ratione deinceps inflammari poteft, propterea quod omni phlogifto fpoliata fit; hinc alii aiunt, fulfur primigenium corrumpi poffe, ac proinde etiam generari debere, quia alias perpetua corporum plurimorum accenfione denique inflammabilia deficerent in mundo; negant igitur, fulfur primigenium elementis chemicis adnumerandum effe. Verum quænam reipfa fint elementa, & materiæ primigeniæ, five tales, quæ in principia heterogenea refolvi nequeant, Chemici difputent, fi operæ pretium iudicant, interea de elementis quinque fupra recenfitis adnotabimus quædam ad phyficam propius pertinentia. I. Idea ignis elementaris non ex flamma candelæ accenfæ aut foco lignorum ardentium concipienda eft. Nam flamma, ac focus plurimis conftant heterogeneis particulis, uti fumus ac fuligo manifeftat, fed potius ex radiis lucis puræ folaris in focum collectis ope fpeculi cauftici. Corpora fulfurea in

in omni naturæ regno reperiuntur, in *minerali* sulfur vulgare, succinum, ambra &c. in *vegetabili* olea vegetabilia seu destillata, seu expressa, balsama fluentia, resinæ, gummata &c. in *animali* butyrum, lac, adeps &c. Ex vegetabilibus iterata operatione denique obtinetur oleum tenuissimum, *Alcohol* dictum chemicis, quod pura flamma sine fumo ac fæce sensibili deflagrat. Atque hoc oleum purum, sive Alcohol est phlogiston, sive ratio inflammabilitatis. Eo enim detracto nihil inest in corporibus, quod phlogisti rationem habeat. Idem tamen secundum experimenta Boerhaavii verisimiliter componitur ex aqua, subtilissimo acido, & æque subtili terra magnam ignis elementaris copiam continente. Accenso sulfure minerali non nisi phlogiston tenue conflagrat: acidum non immutatum dissipatur in fumum, qui campana vitrea exceptus guttatim destillat, & genuinum acidum reddit, quod *spiritus sulfuris per campanam* nuncupatur. II. *Sal nobis vocatur corpus*, inquit Boerhaave, *quod aqua potest dilui* (seu dissolvi in minutissimas partes) *igne autem fundi, si non avolet prius in auras, quodque gustum humanum adficere valet eo sensu, quem saporem adpellant.* Sal *acidum* est, quod in lingua saporem, quem vulgo acidum dicimus; *alcalinum*, quod saporem urentem seu urinosum producit; estque id *volatile*, quod levi igne & calore per auras diffunditur, & narium papillas, in quas incurrit, odore urinæ proprio vellicat: aut *fixum*, quod maximum ignem sustinet, ut colliquescat quidem, at nec evaporet, nec odorem spargat. Utrumque ita implicatur aliis materiis heterogeneis, ut solo ferme gustu & odore, aliisque effectibus constanter propriis sensibile fiat. Cæterum diversitas odoris in salibus acidis diversum etiam sulfur commixtum prodit. Censent recentiores chemici, utriusque salis acidi & alcalici idem esse principium, ac diversitatem non nisi ex varia partium subtilitate, & materiarum extranearum mixtione provenire. De Mercurio multa prodita sunt a veteribus chemicis, in quibus non pauca fabulosa, omnia propemodum incerta sunt, ac nullius usus. Denotabant plerique eo nomine argentum vivum, seu hydrargyrum, ex quo una cum alio principio, quod sulfur purum

vo-

vocabant, componi aurum, & argentum volebant. Sed nulla adhuc resolutio chemica, nulla compositio afferto fidem fecit. Recentiores quidam chemici per mercurium designant terram metallicam a virginea diversam, hydrargyro simpliciorem, sed illo maxime abundantem, quæ admodum volatilis sit, & metalla efficiat fluida, uti fit in hydrargyro; aut mollia, aut malleabilia. Sed aliam præter virgineam terram inesse metallis ignobilioribus, aut etiam nobilioribus, necdum experimentis est comprobatum.

§. VII.

De Instrumentis Chemicis.

Instrumenta, quorum ope resolutio chemica vel compositio peragitur, duplicis generis sunt; alia vocantur *activa*, ceu ignis, aer, aqua, menstrua varia, quibus vis agendi, & corpora mutandi inest. Alia *passiva*, ceu vasa, furni &c. *Menstruum* vocat Boerhaave *corpus, quod lege artis alteri adplicatum illud in minutas partes dividit, ita, ut particulæ solventis inter partes divisas soluti corporis sint penitus intermistæ.* Nomen ab antiquis Chemicis inditum est, qui suas operationes fere in longius tempus protrahentes mensem, seu potius operationem unam 40 dierum spatio definierunt. Aqua quorumvis salium commune menstruum est: *Spiritus* sunt menstrua fluida ex aqua mixta subtilissimis particulis sulfuris aut salium; hinc alii spiritus vocantur *sulfurei*, qui plerumque ex vinosis materiis extrahuntur, ceu spiritus vini; alii *salini*, iique vel acidi, vel alcalini urinosi, aut *compositi*, qui ex salibus acidis & urinosis cum portione quadam sulfuris componuntur. Quando operatio quædam vi ignis peragitur, is vel immediate adplicatur corporibus, vel mediate, nempe intercedente alio corpore e. g. aqua, cinere &c. Pro varietate igitur medii chemici vocant balneum aqueum, seu maris, balneum cinerum, balneum arenæ &c. Determinatio requisiti gradus caloris *regimen ignis* vocatur a chemicis. Boerhaave fere Thermometro Fahrenheitiano usus est. At sæpe commodius accidit, alios gradus distinguere, ac procurare modis diversis, quos usus

&

& diuturna observatio docuit. *Primus* igitur *gradus* censetur calor, quo præsente actiones vegetantium & animalium commode peraguntur ; qui & ovis gallirarum excludendis servit. Obtinetur is apricatione corporum sub æstivo sole maxime meridiano ; pro quo ignis lampadum corporibus in furno suppositus nonnunquam adhibetur. *Secundus gradus* est , quo tam plantæ , quam animalia ad putredinem disponuntur , quique fermentationi ac lentæ digestioni plurimorum corporum servit. Obtinetur is , siqua cista recentiore equorum stercore aqua humectato oppleatur , eoque defodiantur corpora putrefacienda. *Tertius gradus* balnei vaporis est. *Quartus* balnei maris. *Quintus* balnei cinerum. *Sextus* balnei arenæ. *Septimus* balnei limaturæ ferri. Nempe vapor , aqua , cineres , arena , limatura ferri , uti ob diversam densitatem diversos gradus caloris a supposito igne concipiunt ; ita etiam varios gradus cum corpore immerso communicant. *Octavus* gradus est *ignis suppressionis* , cum retortæ vitreæ integræ in arena defodiuntur , simulque vivis undique prunis cinguntur , ut calor , ne qua elabi possit , intra retortam quodam modo supprimatur. *Nonus* gradus est ignis apertus, ut ajunt , quando nimirum aere libere admisso flamma carbonum corporibus ubique adplicatur. *Decimus* gradus est calor , qui a radiis solaribus in focum concentratis per specula , vel Lentes dioptricas exoritur. Porro corpora , quæ nec aeris nec ignis motu , ac vi in vapores aut halitus abeunt , *fixa* dicuntur : contra *volatilia* , quæ sola aeris agitatione , aut ignis vi sursum elevantur. Sunt autem alia corpora magis , alia minus fixa aut volatilia ; nec reperiri potest corpus absolute fixum , aut volatile ; cum etiam ipsum aurum maxime densum additione alienæ materiæ volatile reddatur ; hinc quod respectu unius corporis aut in uno statu censetur fixum , relate ad corpus aliud , aliumve statum est volatile. Ad instrumenta passiva referuntur inprimis furni tam *immobiles* ex cæmento , lateribus & argilla parati , quam *portatiles* ex ferro , aut argilla , suntque alii *fusorii* , alii *probatorii* , alii *destillatorii* , prout corporibus fundendis , aut examinandis , ac separandis metallis nobilioribus , aut materiis diversis de-

stil-

ſtillandis & ſublimandis deſtinantur. Partes furnuli ſunt *cinerarium* , ſeu receptaculum cinerum, *focus* , ubi ignis alitur , *venter* , in quo collocantur vaſa continentia corpus operationi ſubjectum , & *caminus*. His partibus aliquando ad latus additur turricula 5 circiter pedes alta , quæ *athanor* dicitur. In vaſis , queis chemici utuntur , materia ſpectanda eſt, & inprimis forma, & uſus; ab his enim trahunt nomina ſua , uti 1. *catilli* terrei fuſorii , catilli cinerei , alias cupellæ , *cineritia parva* dicti , quia cineribus & oſſium contuſorum reliquiis implentur relicta circa medium cavitate , ad fundenda metalla , ac ſeparanda &c. utiles. 2. *Crucibulum* eſt vas ex argilla confectum formæ triangularis aut rotundæ, anguſtius parte inferiore, amplius ſuperiore, mineris in igne fundendis maxime deſtinatum. 3. *Cucurbita* eſt vas vitreum , aut ſi ipſi foco immediate imponendum ſit , argillaceum , in quo corpora deſtillanda, vel ſublimanda reponuntur. Ei imponitur *capitellum* , quod eſt quaſi vitreus pileus oblongo tubulo inſtructus, per quem vapores elati & in guttulas concreti defluunt in *excipulum*. Cucurbita cum ſuo capitello vulgo dicitur *alembicus*. 4. *Retorta* eſt vas vitreum , argillaceum aut ferreum ventro rotundo, & oblongo collo ad latus recurvo inſtructum, ſervit deſtillandis materiis, quarum vapores alte attolli non poſſunt. 5. *Aludela* vocantur urnæ rotundæ argillaceæ , inferius ac ſuperius apertæ, ita ut collum inferioris fundo ſuperioris immitti queat. Servit potiſſimum ſublimationi corporum; de qua, aliisque operationibus chemicis neceſſarias notiones mox ſubjungemus. Si phialæ vitreæ collum anguſtius ita clauditur, ut omnis aeri aditus obſtruatur , ea dicitur *hermetice* claudi , aut ſigillum *Hermetis* ei apponi.

§. VIII.

Notiones Operationum Chemicarum.

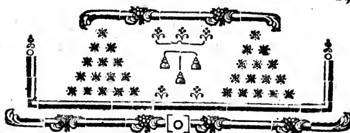
I. *Deſtillatio* eſt evaporatio ope ignis & aeris in vaſis clauſis, quorum ea forma eſt, ut vapores primum elati , dein frigore in guttulas concreti colligi queant. Eius finis eſt, ut puriſſimæ quæque , aut certæ duntaxat

xat speciei partes præ aliis ex corpore mixto extrahantur, ceu ex aqua pluvia partes solum aqueæ sine aliis heterogeneis, ex mercurio peregrinis fæcibus commixto solæ partes mercurii puræ. Huius operationis quædam species sunt *rectificatio*, qua vapores prima destillatione collecti iterum, ac tertio destillantur, ut partes omnium subtilissimæ, & maxime volatiles segregentur ab aliis crassioribus magisque fixis. Quo modo iterata operatione ex spiritu vini obtinetur spiritus vini rectificatus, denique rectificatissimus, dictus *Alcohol vini. Cohobatio*, qua spiritus iam destillati, & novo apposito corpori affusi iterato destillantur, ut cum alterius speciei partibus iungantur. *Abstractio menstrui*, qua non solum moleculæ homogeneæ corporis soluti, sed etiam ipsius menstrui particulæ ab illis denuo segregatæ obtinen ur, similibus usibus deinceps servituræ. Denique ad destillationem referri potest *concentratio per frigus*, dum liquorum pars præstantior, magisque spiritosa a reliquis partibns frigore induratis versus medium vasis compelluntur. Unde spiritus rectificatissimi, & concentratissimi obtinentur. II. *Solutio* est corporis in partis minutissimas divisio facta ope menstrui, quod cum particulis corporis soluti intime atque ex omni parte commiscetur. Solutiones, quæ vi ignis duntaxat peraguntur, *igneæ* vocantur, uti fusio corporum firmorum ceu metalli, aut coctio vel ebullitio liquidorum. Siqua menstrua non nisi ope ignis sensibili flamma se prodentis fluida evadant, & solutioni idonea, ea vocantur *sicca*, secus *fluida*. Unde solutio duplex est, una *formæ fluidæ*, uti cum aqua solvuntur salia: altera *formæ siccæ*, cuius exemplum præbent quæcunque species terræ, quæ si omni sale alcalico spoliatæ fiunt, ab igne utcunque valido non funduntur; at quamprimum sal fixus alcalicus eis apponitur, igne validiore fusæ vitrescunt. Ad solutiones referri potest *deliquium chemicum*, quando corpus in loco humido positum sensim in oleum, vel alium liquorem abit. Quo modo obtinetur oleum tartari per deliquium. III. *Præcipitatio* est, qua corpora in menstruis soluta

in præceps aguntur, & ab iisdem, quibus intime commixta erant antea, iterum ſeparantur. Sic reſinæ in ſpiritu vini ſolutæ inſtillata aqua aguntur in fundum. Salia præcipitata ſub ſpecie pellucidarum molecularum, certaque figura præditarum, vocantur *chryſtalli;* unde & chryſtalliſatio operationibus chemicis accenſetur. Metalla præcipitata ſub ſpecie pulverum, dicuntur *calces*, & ſi colore aliquo imbutæ ſint, *croces*. Argentum ex aqua forti præcipitatum ope ſalis communis vocatur *luna cornea*, eoquod in crucibulo ſupra ignem fuſum exhibeat maſſam cornu ſimillimam. Ea, quæ in forma ſicca prius ſoluta poſtmodum præcipitantur, *reguli* vulgo a chemicis dicuntur. IV. *Sublimatio* ſeu *exaltatio* eſt exhalatio, qua partes ope ignis ſeparatæ & ab aere ſurſum elevatæ in corpus ſolidum concreſcunt, eiusmodi partes concretæ ſi leviores ſunt & quaſi molles, vocantur *flores*, uti ſunt flores ſeu partes ſulfureæ metallorum, ceu ex ferro flores ferri, ex cupro flores veneris &c. V. *Calcinatio* eſt mutatio corporis mixti in minutos pulveres aut maſſas friabiles calci vulgari non multum abſimiles. VI. *Vitrificatio*, qua corpora abeunt in vitrum, ſeu formam vitro analogam, hoc eſt, in corpus pellucidum, durum, fragile coloris expers, in igne fuſile. Vitrum vulgo conflatur ex arena lapidea, quæ *glarea* dicitur, & ſale alcalico fixo perparum ſulfuris admixtum habente. VII. *Coagulatio* fit, quando ex mixtura non nullorum fluidorum fit maſſa firma. Sic ovi albumen in coagulum abit affuſo ſpiritu acido ſalis marini, nitri, ſulfuris, oleo vitrioli.



Phi-



PHYSICES SPECIALIS

SECTIO I.

De ſpecialibus corporum viribus ab Inertia & gravitate univerſali diſtinctis

CAPUT I.

De cohæſione corporum ſolidorum.

Omnia corpora eius indolis ſunt, ut eorum partes aliquam inter ſe, vel ad alia corpora cohæſionem exerant, etſi gradu perquam differente. Ipſa fluida, quorum exiles moleculæ facile ab ſe ſeparantur, levique impreſſioni cedunt; ſecundum minores: Portiones accepta, vel tenacia ſunt, & in guttas rotundas abeunt, uti fluida aquoſa, & mercurius; vel corporibus ſolidis ſaltem certæ ſpeciei adhærent, uti eadem fluida aquoſa, atque ipſe etiam aer, cuius partes propriæ inter ſe repulſionem videntur exerere. Agemus igitur primo de cohæſione partium in corporibus ſolidis: ſecundo de cohæſione partium in fluidis: tertio de adhæſione corporum fluidorum ad ſolida, & ſolidorum ad fluida: triplex iſtud cohæſionis genus a viribus ſpecialibus pendere haud ægre perſpiciet, qui phænomenorum cauſſam veram & ſufficientem inveſtigat ex Regula I. Newtoni.

§. IX.

Definitio. Cohæſio eſt ea corporum adfectio, qua reſiſtunt ſeparationi partium, ſeu vi aut determinationi tendenti ad receſſum particularum; uti ſi partes corporis cuiusdam ad motum in oppoſitas plagas ſtimulentur, aut ſi una parte immota, altera trahatur, vel tendatur.

§. X.

Corollarium. Cohæſio partium a *vi poſitiva* pendet; nam vires potentiarum corpora rumpentium, tendentium, comprimentium, vel ad rupturam, tenſionem, compreſſionem urgentium certe *poſitivæ* ſunt; vires autem poſitivæ non niſi contrariis & oppoſitis viribus æque poſitivis eliduntur; & quoniam vis diſtrahens eſt determinatio ad ſeparationem, vel receſſum partium inter ſe, neceſſario concipienda eſt vis aut determinatio contraria ad acceſſum; & viciſſim quoniam vis comprimens eſt determinatio ad acceſſum partium; ſi huic vi reſiſtitur, concipienda videtur determinatio contraria ad receſſum, ſiquidem corpus magis adhuc comprimi poteſt. Si inter bina corpuſcula cohærentia nullam concipias vim poſitivam, a qua pendeat eorum inter ſe cohæſio, non maiore vi opus erit ad eadem ſeparanda, quam movenda; nec maior a cohæſione, quam inertia orietur reſiſtentia; quod a phænomenis longiſſime abeſt.

§. XI.

Obſervatio I. Gradus cohæſionis in variis corporibus varii ſunt, imo & in eodem corpore, ceu in trabe pro varia ſiccitate, aut ævo. 2. Cohæſio univerſe non eſt proportionalis corporum denſitati; eſt enim maior in adamante, quam auro ſpecifice graviore, ſeu denſiore: 3. nec eſt in ratione ſuperficierum; nam æquales laminæ plumbi & ferri non cohærent æqualiter. 4. Globi plumbei, quorum ſinguli ultra libram non appendebant, reſciſſo ſegmento tali,

ut

ut superficies unam decimam partem pollicis quadrati non superaret, eademque esset admodum plana ac lævis, arcte compressi, & cum frictione quadam & percussione coniuncti ultra ducentas libras tulerunt; facile autem ultra octoginta libras ferunt. 5. Specula vitrea plana ac munda, item laminæ planæ lapideæ, lateritiæ, metallicæ sibi impositæ cohærent etiam siccæ, multoque magis interposita aqna, oleo, pinguedine soluta, pice; eo itidem magis, quo magis politæ, minusque asperæ sunt, nec impeditur cohæsio ab interposito tenuissimo corpore, uti si filum bombycinum alteri speculo circumligetur: minuitur tamen cohæsio pro crassitie fili.

§. XII.

Observatio II. Modi, quibus cohæsio corporum eiusdem, vel diversæ speciei efficitur a natura vel arte, a Musschenbroekio sequentes reccensentur: I. *Vis externa comprimens*, uti hemisphæria Guerickiana cava extracto aere ab incumbente columna exteriore ita comprimuntur, ac si unum corpus constituerent. II. *Frigus*, quo multa corpora, quæ calore liquescunt, in massam valde firmam concrescunt, ceu metalla, semimetalla, salia, resinæ, cera, adeps, vitrum, & aquosi liquores. III. *Calor*, quo induratur molle lutum, & si igne recte coquitur, in lateres abit, qui firmitate sua, & duritie non nulla saxa superant. Similiter calore & igne indurantur creta mollis, corium, charta pergamena, ac levi ustulatione cuspides telorum ligneorum. Corallia educta ex mari mollia sunt: igni vel aeri exposita instar lapidis durescunt: pariter molle est succinum flavum in litora eiectum: aeri expositum evadit durum. IV. *Clavi*. Corpora enim compaginantur clavis ferreis, ligneis; ac sunt, qui putant, particulas in aere natantes præsertim salinæ ac nitrosæ indolis, instar clavorum aquam configere in glaciem. V. *Vis magnetica* naturalis, uti ferrum aut magnes cum magnete cohæret; eodem referunt cohæsionem corporis sympericlectrici

cum alio, quod actu electricum est. VI. *Mixtura*, qua ex non nullis fluidis fit massa firma.

Animadvertit cit. Auctor in Introductione ad cohærentiam corporum firmorum, hisce modis uti quidem naturam & artem ad corpora coniungenda; non tamen adfirmare se, plures non dari; cum præter cognitos procul dubio alios sint detecturæ sedulæ nepotum observationes. Idem inito calculo ostendit, cohæsionem laminarum sibi impositarum, aut globorum plumbeorum inter se compressorum longe maiorem esse, quam quæ ab aere incumbente proficisci queat, uti id fit in hemisphæriis capis.

§. XIII.

Propositio I. *Cohæsio naturalis corporum & particularum cuiuscunque ordinis, quæ in eisdem observatur, non pendet a caussis, quæ vulgo mechanicæ dicuntur.* Prob. Ad caussas mechanicas pertinent particularum quies vel motus, figura, situs; actio corporis alterius præsertim fluidi ab ipso corpore cohærente distincti; a nulla autem istiusmodi caussa corporum naturalis hohæsio pendet. Nam

I. *In quiete partium* nulla inest vis positiva, qua separationi, & motui, quo fit separatio, resistunt, præterquam vis inertiæ: cohæsio autem a viribus positivis pendet (§. X.) similiter solus partium *contactus*, cum non nisi in certo situ, & relatione consistat, nullam vim continet: igitur cohæsio non pendet a contactu, nec a quiete partium, quemadmodum CARTESIUS videtur sensisse.

II. *Ex motu partium* quocunque non intelligitur ea, quæ in corporibus observatur, cohæsio; ac ne quidem ex motu earum conspirante, uti LEIBNITIUS voluit, utens exemplo venæ aqueæ ex canali erumpentis, & velum quoddam formantis, quod difficulter perrumpitur digito; nam eiusmodi velum, ac difficultas id perrumpendi oritur ex celeritate, qua continuo aliæ atque aliæ partes succedunt, & in digitum feruntur, cui is motus communis haud est. Dein ecquod in natura indicium observatur huius motus?

quæ

quæ caussa? forte communis telluris motus? atqui bini globi in plano iacentes, etsi communi ferantur motu a tellure orto; tamen haud ægre separantur: corpora autem quam plurima, etsi respectu nostri omni careant motu, vi maxima cohærent.

III. *Figura & implexio*, atque, ut aiunt, *incuneatio particularum* non sufficit phænomenis cohæsionis explicandis. Sunt non pauci, qui ita inquiunt, sicut dentes serrarum se mutuo excipiunt, sibique intricantur, ut alteram serram ab altera trahendo separare haud possis, nisi abruptis dentibus: aut sicut filum longum, & crassum ex Filamentis brevibus, & asperis inter se contortis constat, & maximam firmitatem acquirit; ita ex mutuo plexu & ingressu particularum diversis figuris præditarum earundem cohæsio & corporum firmitas oritur; nam, ut aiunt, *uti in magnis, ita in minimis est natura*; At enim hoc effatum in primis non est generale; nunquid enim proprietates relativæ, ceu asperitas, lævitas, figura hamata, uncinata &c. quæ ex sola partium minorum textura oriuntur, ipsis partibus minimis tribui possunt? Sumuntur hic particulæ ordinis superioris, quæ cum diversas figuras intricationi aptas habeant, sola coniunctione cohæsionem efficiant; at hæ quidem particulæ aliis constant minoribus, ordinisque inferioris, hæ iterum ex ordine inferiorum componuntur, donec cogitando ad elementa veniatur, quæ simplicia sint, & dividi nequeant; quomodo igitur hæc elementa inter se cohærent? Respondent: Deus elementa in moleculas compegit, quæ naturaliter dissolvi nequeunt? sit ita sane? nam & plerique Newtoniani opinantur, divisionem corporum usque ad elementa simplicia nulla arte, nulla vi naturali effici posse; sed tamen illæ moleculæ & compositæ sunt, & elementa earundem vi summa cohærent; quæ est ista vis? quæ caussa cohæsionis? certe non est figura & intricatio elementorum. Sed alia huic sententiæ præterea obsunt; nam corpora lævia, si coniunguntur interposito fluido, arctius cohærent, quam si sicca sibi incumbunt; augetur hoc modo cohæsio: non augetur mutua partium implexio; nam partes fluidorum non

hamatæ, non uncinatæ sunt consensu omnium Philosophorum; sed potius ad figuram sphæricam accedunt; quomodo autem a sphærulis poros ingressis, per quas mutuus affrictus, partiumque in alias partes ingressus minuitur, simul intricatio augeri potest? Aiunt: moleculæ primæ circumposito vincudo, aut interposito glutine cohærent; R. vinculum sine partibus intelligi nequit; qua igitur vi partes vinculi istius cohærent? Si bina ligna glutine viscido iunguntur, cohærent sane; sed ista cohæsio phænomenon est, cuius caussa reddi debet, non quæ ipsa sit caussa? Nam ipsa illa tenacitas, & viscositas glutinis est quædam cohæsio, cuius ratio sufficiens explicanda est; nec aliud hic quæritur, nisi *cur*, & *qua vi* partes eiusdem, vel diversorum corporum cohæreant? Unde gluten, uligo, viscositas denique oriatur? Cur corpora viscida, glutinosa adhæreant certis corporibus, eaque vi magna coniungant? Qui corpora, eorumque partes aiunt *concrescere*, voce latina, sed termino inani utuntur, & in vitium subreptionis incurrunt, quia effectum pro caussa adsignant.

IV. *Actio corporis alterius præsertim fluidi* a corpore cohærente distincti per hypothesin fingitur; proinde nec caussa *vera* est cohæsionis! nec vero explicandis phænomenis sufficiens. Nam *primo* aer omnia quidem corpora ambit, & quodam modo comprimit; at manente eadem aeris pressione cylindri læves inter se coniuncti pro diversitate fluidi interpositi diversos cohæsionis gradus exhibent: iidem, uti & laminæ cohærent etiam in vacuo, remoto aere; in ipso vero aere multo maiore vi, quam sit vis columnæ aeris incumbentis; quod supra memoravi, & facili calculo inveniri potest; tanta enim aeris in laminas pressio est, quanta foret a columna mercuriali cum aeris columna æquiponderante, cuius basis æquat superficiem laminarum se contingentium; inde adparet, pondus istiusmodi columnæ mercurialis longe minus esse, quam quod requiritur ad tollendam cohæsionem laminarum; quamobrem pressio aeris sufficiens haud est

phæ-

phænomenis explicandis. *Secundo* quia particulæ corporum cohærentium aliis constant minoribus pariter cohærentibus; si earum cohæsio a fluido oritur, summa istius erit subtilitas, ob quam omnia corpora, eorumque meatus liberrime pervaderet; & quoniam fluidorum pressio est æqualis in omnem partem, fluidum internum necessario eadem vi resistet, qua externum premit; hac autem æquali & opposita pressione nulla cohæsio existit. *Tertio* fluidorum pressio crescit pro ratione basis; igitur cohæsio, si a fluido oritur, tanto maior erit, quo maior est densitas corporum, aut maius volumen; atqui teste experientia certa, nulla est utrinque proportio. *Quarto* ipsæ particulæ solidæ, quarum congeries fluidum efficit; qua vi cohærent? Alione iterum subtiliore fluido? *Quinto*: Istiusmodi fluidum, quod tanta vi, quantam observamus, corporum particulas coniungit, summæ densitatis esset, & argenti vivi densitatem millies ac millies superaret, ut eius pressio vi cohæsionis responderet: idem vero in intimis corporum recessibus latitaret; quo posito diversa gravitas specifica corporum porro intelligi non potest.

§. XIV.

Propositio II. *Cohæsio corporum oritur a mutua particularum in minimis distantiis inter se attractione; ac videtur ea attractio particularum, & corporum cohæsio crescere pro magnitudine contactuum, ita, ut eo maior sit, quo plures sese particulæ, & quo maiore superficie se contingant.* Prob. Posito solo contactu particularum corporis, eoque aucto, aut contra imminuto vel sublato ponitur, augetur, vel contra minuitur aut tollitur corporum cohæsio; cum igitur omnis cohæsio a vi positiva pendeat, qua separationi vel determinationi ad recessum particularum resistitur, necesse est, inter particulas se contingentes vim contrariam attractivam dari. Antecedens ex phænomenis ostenditur; nam

I. Laminæ eo fortius cohærent sibi impositæ, quo magis politæ sunt, ut plures particulæ unius contin-

gant plures particulas alterius; e contrario corpora aspera utcunque compressa & coniuncta non cohærent, tum ipsa partium asperitate & prominentia contactum impediente, tum obstante vi elastica particularum prominentium, quæ adiunctione comprimuntur, seseque restituere nituntur. Si laminæ utcunque politæ, sed quibusdam locis perforatæ iunguntur, earum cohæsio minuitur; quia partium contactus minor est, & quia difficilius excluditur aer intermedius, qui sese expandere, & laminas separare nititur. Interposita fluida explent cavitates laminarum, & necessario plures contactus creant, ac fortassis propiores (sumitur enim hoc loco contactus pro tali coniunctione aut vicinitate corporum seu particularum, ut sensus nullum intervallum medium deprehendant, etsi fortassis aliquod perexiguum intercedat, de quo ex testimonio sensuum nil definiri potest) Porro pro diversa densitate, & raritate fluidorum, & pro maiore vel minore congruentia figuræ & magnitudinis, qua eorundem particulæ præditæ sunt, cum asperitatibus & cavitatibus corporum coniunctorum, non perinde erit, quænam fluida interponantur, sed alia efficient aliam atque aliam cohæsionem. Pix, & sebum, quæ in igne liquescunt, non iisdem donata sunt figuris, sed quæ magis, vel minus congruant cum inæqualitatibus, & meatibus corporum: horum autem meatus, & inæqualitates non eodem in omnibus corporibus modo sunt constitutæ; sed in aliis pyramidales, ovales, angulares, parallelopipedæ, alteriusve figuræ sunt irregularis consensu Philosoporum omnium ex observationibus microscopicis, & aliis phænomenis obtento; hinc particulæ interpositæ inter laminas non eosdem contactus nec eandem attractionem, cohæsionemque efficiunt, vel admittunt. Si nimis magna copia sebi, alteriusve fluidi aut semifluidi inter laminas illinitur, non erit maior earundem cohæsio, quam attractionis vis inter ipsas particulas sebi aut fluidi alterius. Quoniam calor partes minimas corporum agitat, & a sese identidem removet, facile intelligitur, eundem contactui, adeoque etiam attractioni, quæ non nisi in minimis distantiis exeritur, obesse; hinc cylindri interposita pi-

ce

ce vix tres libras ferebant *calidi*; at frigefacti vi 1400 tt cohæsere; nempe uti per calorem dilatantur & augentur meatus corporum agitatis & remotis eorum particulis; ita frigore illi constringuntur, & istæ coniunguntur; unde arctius coniunctæ, & ampliore superficie se contingentes vi maiore sese mutuo trahent. Quia denique calore partes a se removentur & meatus aperiuntur, ut fluidum laminis vel cylindris antea calefactis inunctum in cavitates profundius penetrare, easque exactius explere queat; hinc isto modo augetur cohæsio corporum, quia partium contactus, proindeque vis mutua augetur. Secundum experimenta MUSSCHENBROECKII cylindri vitrei 1, 916 pollicis Rhenolandici calefacti ad gradum, quem ebulliens aqua habet, ope fusi sebi leviter interpositi, ut omnis aer intermedius excluderetur, cohæserunt vi 130 tt. At quoniam calor aquæ ebullientis exiguus est, ut proin partes solidæ non satis removeantur, nec aperiantur meatus; idcirco iidem cylindri ita calefacti, ut sebum, dum inungitur, quasi ebulliat, vi multo maiore nempe 300 tt cohæsere. Similia circa cylindros alios, & alterius materiæ deprehensa sunt.

II. Corpora maxime cohærentia, uti adamas, gemmæ, silices &c. si diffringantur, superficiem splendentem exhibent, quæ ex particulis planissimæ superficiei constat contactum plurimorum elementorum admittentibus. Contra corpora minoris firmitatis, cum diffringuntur, superficiem habent asperam, & inæqualem, nempe constantem particulis, quarum superficies asperiores etiam minores contactus admittunt; & quoniam superficies molecularum corpora componentium infinitis gradibus differre possunt quoad lævitatem, & asperitatem, & figuram; idcirco posita vi mutua particularum pro magnitudine contactus sese trahentium necessario diversa est in diversis corporibus vel pro diversis fluidis interpositis corporum cohæsio, nec a densitate pendens; cum figura molecularum maxime spectanda sit, & una præ altera plures, paucioresve contactus capiat. Hinc ipsa varietas cohæsionis, quæ summa deprehenditur in corporibus, ad vim hanc mu-

mutuam admittendam nos adigunt ; plures enim vel pauciores, tum fortassis etiam propiores aut minus propinqui contactus a diversa compositione tum elementorum in moleculas primitivas, tum primitivarum in derivativas necessario oriuntur ; & quoniam hæ vires speciales etiam a distantiis elementorum inter se, & molecularum pendent, non potest non summa varietas virium, & cohæsionis consequi.

Reiectis Propos. I. Caussis extraneis, quæ vulgo mechanicæ nuncupantur, & laminarum cohæsione, tum superficie corporum, ipsaque varietate cohærentiæ spectata, mutua vis particularum haud ægre concluditur, accedente præsertim inductione aliorum phænomenorum, quæ sequentibus capitibus commemoraturi sumus: neque enim omnia in cumulum coniici possunt; & conclusio ex inductione pendens, præsertim si singula. inductionis membra disceptatione quadam, & probatione egent, paucis verbis absolvi non potest nisi singula membra antea demonstrata & percepta sint. De vi cohærentiæ, qua corpora compressioni resistunt, cum ea repulsiva videatur, dein de glacie, in quam aqua & liquores aquosi concrescunt, alio agendum est loco. Vires hasce mutuas, queis corporum particulæ cohærent, diversas esse, sive aliam habere legem, quam sit lex gravitatis universalis, vel ex eo perspicuum, atque indubitatum est, quod vis cohærentiæ corporum pluribus librarum centenariis ferendis par sit, cum eorum vis gravitatis modico sæpe pondere superetur. Legem istarum virium specialium, quam in magnitudine contactuum posuimus, pro demonstrata non habemus; hinc potius coniecturæ instar, & cuiusdam consecutionis forma eandem adiecimus; si enim particulæ contingentes sese vim mutuam exerunt, plures particulæ, vel maiore superficie se contingentes vim exerent maiorem; certe si a corpore firmo tenuem admodum particulam arripere, eamque sat firmiter cohibere possemus; tanta non foret separandi difficultas, quanta observatur, si maiori partium seriei, quarum singulæ sese attrahunt, eodem tempore vis infertur; sed sensus nostri, & instrumenta, queis uti possumus, crassiora sunt, quam ut minimas particulas, quæ ex innumeris constant elemen-

tis,

tis, capiat. Caterum ex hac propositione ex phænomenis & ratiocinio analytice probata deducitur explicatio aliorum phænomenorum, aliis præterea certis principiis assumtis, unaque confirmatur ipsa propositio.

§. XV.

Explicantur Phænomena Quædam Cohæsionis.

I. Corpora igne liquata, ceu metalla, postmodum frigefacta abeunt in massas solidas, nempe ignis, cuius vis summa est, meatus cum impetu ingressus, & partium tremore excitato eas a se, & mutuis contactibus removet, earumque attractionem superat; partes solutæ cum exiles sint, & præterea agitentur a fluidissimo igne, cuivis impulsui facile cedunt, hoc est, massam fluidam efficiunt: igne dein paulatim avolante minuitur caussa removens partes, earumque contactus impediens; hinc mutua attractione eædem coibunt, eoque magis, quo magis frigesiunt corpora, hoc est, quo maior copia ignis avolat.

II. Quædam corpora fiunt duriora igne, & firmiora, ceu creta mollis; eiecta enim aqua, quam copiose concludit, propius ad se vi attractrice partes accedunt, & arctius sibi adhærent; quæ ratio etiam in corio & pergameno obtinet. Lignum ustulatione levi indurescit tum ob hanc ipsam caussam; tum quia resina calore fusa, & inter solidas ligni partes distributa attractionem & duritiem auget, uti fluida laminis interposita. Pariter corallia & succinum aeri exposita durescunt abstractis partibus aqueis, aliisque volatilibus, & relictis solidioribus, quæ fortius sese trahunt. Similiter salia concrescunt evaporante aqua.

III. Uti in non nullis corporibus partes aqueæ, & volatiles cohæsioni obsunt; ita in aliis pro varia istorum constitutione eandem promovent; calx cum arena & aqua in pastam semifluidam subacta & inter binos lapides interposita in massam cohærentem abit; aqua enim cum subtilissimis salibus calcis, & terreis

par-

particulis maxime attenuatis a lapidibus attrahitur, & interſtitia ingreſſa hasce particulas lateribus adplicat; hinc inter particulas calcis, & lapidum fit attractio, quæ augetur aqua cum igne poſtmodum avolante. Illud etiam ſpectandum, calcis pulveriſatæ particulas ſatis craſſas & aſperas vix ſe contingere; affuſa autem aqua fieri effervescentiam, qua partes calcis attenuantur, & craſſiora ſalia ſolvuntur in partes ſubtiliſſimas, queis cavitates explentur, & partium contactus, atque attractio augetur.

IV. Corpora ſoluta, & in tenues partes natura, vel arte redacta cohæſionem, quam amiſere, non recuperant, niſi mediante quodam tertio; cuius particulæ intermiſtæ partibus corporis ſoluti faciliores contactus præbent; exemplo eſt calx, paullo ante memorata: vitrum in tenuiſſimam farinam albam teritur: igne iterum in maſſam ſolidam diaphanam conflatur: ligna, & oſſa eiectis plurimis partibus non niſi ſubtiles cineres relinquunt flatu diſſipandos: at iidem aqua ſubacti patellas docimaſticas præbent maximo igni ſuſtinendo pares.

V. Reſiſtentia reſpectiva corporum haud paullo minor eſt, quam abſoluta, uti in Mechanica oſtendimus; quando enim corpus ſecundum directionem, & longitudinem fibrarum trahitur, vel tenditur; ſuperanda eſt ſimul attractio omnium particularum unius ſectionis; at ſi vis agens, aut potentia rumpens angulum efficit cum fibrarum Directione, attractio partium aliarum poſt alias non niſi paulatim & ſeorſim vinci debet.

VI. Dum clavi corporibus immiſſi tam firmiter inhærent; id non oritur a ſola attractione mutua, ſed vel maxime ab aſperitate clavorum & corporum, quibus ii immiſſi ſunt; immiſſione enim clavorum comprimuntur utrinque partes, eædemque vi elaſtica adverſus ſe mutuo agunt; quo modo partes prominentes unius neceſſario in cavitates alterius immerguntur, ut ſeparari non poſſint, niſi abraſis iis partibus.

CA-

CAPUT II.

De Cohæsione partium fluidi inter se.

Fluida prope omnia quandam cohæsionem partium, quibus constant, exhibent, pleraque etiam posito certo frigoris gradu in massas firmas & cohærentes abeunt; utriusque cohærentiæ ratio si exposita fuerit; de ipsa fluiditatis natura percommode differetur, præsertim cum de natura soliditatis in corporibus firmis superiore capite tractatum sit.

§. XVI.

Obſervatio. I. Omnia fluida (aere & igne excepto) ſecundum minores portiones quandam partium minimarum, quibus eæ portiones conſtant, cohærentiam habent; ac guttæ liquorum ceu aquæ, in plano poſitæ ſegmentum ſphærulæ exhibent, nempe ſuperius ſphæricam convexitatem, infra autem, qua plano inſiſtunt, baſin paullum complanatam. Magnitudo huius baſeos pro diverſitate fluidorum, ac plani, cui incumbunt, varia eſt. Guttæ aqueæ frondium lanugini vel corpori pingui impoſitæ inſtar globulorum ſunt: quæ vitro, metallo, ligno inſiſtunt, baſin latius explicant. Eadem mercurii gutta in charta polita & munda admodum ſphærica eſt: in vitro & metallo latior.

II. Si tubulus gracilis extrahitur e liquore, hic una cum tubulo pauliſper attollitur, & columnam, vel pyramidem format, cuius baſis ſuperficiei tubuli, aut fluidi ſtagnantis inhæret.

III. Acus ſicca innatat aquæ, etſi ferri gravitas octuplo maior ſit gravitate aquæ.

IV. Binæ vel plures guttæ munda in ſuperficie poſitæ, ſibique ſatis propinquæ celerrime concurrunt, & in unam ſphærulam, aut ſegmentum conglomerantur, ita, ut motum eo magis accelerent, quo ſibi propinquiores evadunt; uti obſervari poteſt in guttis mercurii ſpeculo plano impoſitis, aut roris, quæ plantis inſiſtunt; ac talia in vacuo quoque Boyliano continuent

tin-

tingunt, aut in bullis sibi vicinis, quæ liquidis innatant.

V. Fluida etiam heterogenea sese attrahere observantur. Aer, qui omnium fluidorum, quæ adhuc cognita sunt (excepto igne) minimam habet gravitatem specificam, & proin vi legum hydrostatices supra alia enatare deberet, a plurimis fluidis copiose, vehementerque attrahitur, & quodam modo absorbetur, imo ut MUSSCHENBRŒCKIUS ait, a fluidis forte omnibus, nempe ab aquis, vinis, spiritibus, oleis expressis, & stillatitiis, & naturalibus, a spiritibus salinis acidis & alcalicis, a mercurio. Cum his aer ita miscetur, & cohæret, ut non nisi difficillime extricari possit vi ignis, quo fluida ebulliunt, aut longiore in recipiente evacuato mora; ac tum quoque, ut satis expellatur, necesse est, fluida incalescere aliquantum.

§. XVII.

Propositio I. *Phænomena cohæsionis, quæ inter partes corporum fluidorum, a caussis mechanicis non oriuntur, sed mutuæ earundem partium attractioni adscribenda sunt.* Quæ est enim caussa mechanica illorum phænomenorum? *Aer?* At idem phænomenon guttarum, & bullarum citra discrimen habetur in vacuo? nec si guttæ ob aerem undique comprimentem conglobantur, intelligitur, cur ex diversitate plani, in quo positæ sunt, ulla varietas existat. *Æther?* At fatentibus patronis ætheris tanta est huius subtilitas, ut omnia alia fluida libere permeet; unde fieri necesse est, ut, quantum æther externus premit, & comprimit moleculas guttæ, vel bullæ, tantum internus resistat; nequit igitur certam in eas figuram inducere; uti aer externus si cum interno communicet, figuram corporum etiam maxime mollium, & fluidorum non mutat, nec eorum partes comprimit. Certum est præterea, ab igne in corporibus latente (alium enim ætherem nemo facile norit in natura) potius separationem partium, ac fluiditatem, uti dicemus paullo post quam cohæsionem effici. *Viscositas, & tenacitas fluidorum?* atqui hæc ipsa, unde oriatur, in præsenti quæritur; neque ea rationem conglobatio-

tionis continet, & unius figuræ præ alia; sed *effectus* est virium attrahentium, quæ inter minimas fluidorum moleculas intercedit. Qui eandem pro *caussa* istorum phœnomenorum reddit, in vitium subreptionis incurrit. *Implicatio partium fluidi?* Cur igitur guttæ eiusdem fluidi in diversis planis positæ diversas bases obtinent? Pulveres lapidum tusorum, aut vitri aptiore figura pollent ad eiusmodi implicationem, quam aqua; nec tamen in sphærulas aut segmenta sphærularum coeunt. Cæterum moleculis fluidorum plerique figuram sphæricam tribuunt: alii sphæricæ proximam, non nulli polygonam, sed hamatam & uncinatam nemo. Reiectis hisce caussis, quæ pro mechanicis passim habentur, effectus, quos supra recensui vi internæ ac mutuæ partium fluidi quivis facile adscribet; omnis enim cohæsio, qua separationi earum partium resistitur, vim quandam poscit (§. X.) cum igitur guttæ non diffluant proprio pondere, & motu etiam intestino inter moleculas posito ratione fluiditatis, uti infra ostendemus, necesse est, ut partes guttam constituentes mutuis viribus a generali gravitate discrepantibus sese trahant.

§. XVIII.

Corollaria. I. Minimæ igitur moleculæ liquorum in guttas conglobantur vi mutua tractiva; æquilibrium enim virium, quas aliæ in alias exerunt, non intelligitur, nisi radii a peripheria versus centrum ducti, in quibus particulæ consistunt, sint æquales; fere uti in globo homogeneo qui fluido pariter homogeneo esset immersus, spectata gravitate generali id fieri debere in Mechanica §. CCI. ostendimus. II. Si fluidum ex vase leniter effundatur, eius particulæ tum sibi ipsis, tum oræ vasis adhærescunt instar pisi cum oblongo collo, donec aucta guttæ massula vis gravitatis vim mutuam vincat; magnitudo eiusmodi guttarum non decidentium, aut in plano non diffluentium diversa est pro diversitate virium, quas mutuo exerunt, aut caloris, quo particulæ agitantur, & a sese removentur. III. Cum tamen guttæ, etsi li-

liquores non nihil incaluerint, & partes ſegregentur, rotundæ maneant, neceſſe eſt, ut ea attractio ad aliquod ſpatium pertingat. IV. Planities & baſis guttarum tum a gravitate tum maxime a tractione plani oritur; & quia minores guttæ minus gravitant, hinc propius ad formam pilæ accedunt. V. Acus ſuperficiei aquæ dextre impoſita deſcendere nequit, niſi diviſis eius partibus: diviſioni autem obſtat mutua iſtarum tractio.

§. XIX.

Definitio. I. *Cangelatio* eſt corporum, quæ per ſe, & naturali conſtitutione fluida dicuntur, converſio in maſſas ſolidas facta poſt amiſſum certum caloris gradum. Eiusmodi ſolidæ maſſæ dicuntur *glacies*.

§. XX.

Obſervatio I. In glaciem abit potiſſimum aqua, omnes dein liquores aquoſi ceu aceta, cereviſiæ, tum vina & ſpiritus varii generis ſaltem in regionibus polo vicinioribus. Olea poſtea quam certo gradu caloris ſpoliata ſunt, primo in maſſam ſpiſſiorem vertuntur aucto frigore inſtar ceræ dureſcunt. De Mercurii congelatione diu dubitatum eſt; Sed Cl. Braunius (Acad. Petrop.) cum anno 1759 thermometri bulbum intra nives compreſſas condidiſſet, tum affuſa ad eas aqua forti ita auxiſſet frigus, ut mercurius in thermometro contentus longa infra punctum glaciei & frigoris ſoliti deſcenderet, obſervavit, eundum ita immobilem demum hæſiſſe, ut non modo diffractis vitris non difflueret, ſed & leni mallei tunſione in laminas extendi, ſcindi ſe &c. pateretur, ac in locum mitioris temperiei delatus non niſi poſt aliquam temporis moram ad priorem fluiditatem rediret.

§. XXI.

Obſervatio II. Congelatio aquæ, ſi lenta ſit ob frigus mediocre, hoc fere modo peragitur in libero

ro aere. Primo quidem superficies obducitur tenuissima pellicula initio circa vasis circumferentiam ducto. Inde subtilissima filamenta versus medium emittuntur alia atque alia, quae tum ipsa per sese, tum mutua associatione paullatim latitudinem acquirunt absque notabili crassitie, & in lamellas evadunt diverso situ iacentes. Harum numerus & crassitudo dum perpetuo augetur, dumque eaedem sibi iunguntur, & deorsum aliae infra alias supponuntur, ut saepe aquam intermediam instar arearum intercipiant, demum tota aqua in unam massam induresċit. Durities autem glaciei diversa observatur; aquae purae glacies durissima est, & densissima, eaque ipsa pro frigoris diverso gradu diversa; hinc glacies in Lapponia locisque polo vicinioribus firmitate & duritie nostrarum regionum glaciem longe superat. In Russia ex frustis palatium vastae molis extructum fuit, diversis conclavibus distinctum, in quo ipsa imperatrix cum praecipua nobilitate diem sollemnem egit collucentibus innumeris facibus. Glacies aquae salsae minus dura est, & fragilior prae caeteris. In glacie ex vino rubro superius stratum durius observatur inferioribus: in medio colligitur liquor valde spirituosus, qui a particulis aquosis in vino contentis, atque in glaciem versis illuc protruditur. Spiritus vini rectificatus frigore intensiore instar cerae mollis aut olei semi - conglaciati consistit: olea autem sulfurea instar cerae durioris.

Opus non est, plura glaciei, multo etiam minus omnia frigoris phoenomena hoc loco recensere; quia illud duntaxat hic quaeritur, quaenam vis, & caussa fluida corpora in massas solidas & cohaerentes, certo frigore inducto coniungat.

§. XXII.

Propositio II. *Caussa congelationis non est sola imminutio caloris neque ulla ex caussis iis, quae vulgo pro mechanicis habentur, sed mutua attractio particularum fluidi, quae non nisi post amissum certum caloris gradum effectum glaciei obtinet.* Prob. calor, uti obviis experimentis constat, in motu vehementi, & pertur-

bato materiæ igneæ consistit: igitur imminutio caloris non nisi negativum quid est, nec vim positivam continet; & quoniam omnis cohæsio & firmitas corporum, qua partium separationi resistitur, a vi positiva oritur, perspicuum est, conversionis fluidorum in massas solidas, & cohærentiæ, quam fluidorum partes acquirunt, caussam haud esse imminutitonem caloris. Est tamen ea congelationis *conditio*, sine qua non formatur glacies, quia materia caloris inter particulas fluidorum vehementer agitata easdem a sese continuo removet, mutuisque viribus, queis ad coniunctionem tendunt, obsistit. Pro caussis mechanicis concretionis fluidorum vulgo statuitur vel implicatio particularum quæcunque demum, vel pressio atmosphæræ aut fluidi alterius, vel ingressus particularum extranearum, quæ aquosas partes instar spiculorum configant, aut instar glutinis coniungant. Sed istarum caussarum genuina est nulla; ac de implicatione particularum, de pressione atmosphæræ, alteriusve fluidi dictum est abunde pro infirmitate eiusmodi hypothesium, vel opinionum §. XIII. Restat, ut de particulis extraneis disseramus; Musschenbroekius eas salinas & potissimum nitrosas esse voluit, quæ si liquores ingrediantur, eiusdem moleculas quodammodo configant, & in massam cohærentem iungant. At enim liquores ceu aqua etiam intra recipiens, & vasa hermetice clausa, per quorum meatus nemo Physicorum facile aditum concedet salibus & nitro, congelascunt. Si igitur glacies sine eiusmodi corpusculis existit, ea caussa eiusdem generalis esse nequeunt. Dein teste Nolleto Præl. P. IV. Sect. 3. quævis salia nobis cognita si fluidis commiscentur, eorum concretioni non parum obstant; & universe aqua salsa ad congelationem, maiorem frigoris gradum requirit, quam pura; unde aquis pro incendio forte restinguendo asservari solitis supra tecta, ne conglacientur in hyeme, salis communis portionem misceri suadent. Remotis hypothesibus genuinam glaciei caussam haud ægre quis deprehendet; consistit ea in mutua particularum fluidi attractione; nam eorum quidem fluidorum, quæ in glaciem abire notata sunt aliquando, moleculas mutuo se trahere ostendit

co-

coalitio eorum in guttas, levisque cohæſio, quam in ipſo fluiditatis ſtatu exhibent; expulſo igitur igne vel imminuto, qui inter eas perpetuo interlabens effectum mutuarum virium haud parum imminuebat, eædem ſuis viribus relictæ fortius ſeſe attrahent ob propiores contactus, quos tum obtinent, & in maſſam ſolidam ceu glaciem coaleſcent. Accedit analogia corporum fuſorum, uti enim metalla, reſinæ, ſulfura primo fuſa, id eſt, per calorem ſoluta & ad ſtatum fluiditatis reducta, poſtmodum frigefacta paulatim ſola vi mutua particularum cohærentiam recuperant, & conſervant (quemadmodum de firmis corporibus ſuperiore capite oſtendimus) ita idem de corporibus, quæ vulgo fluida adpellantur, diſceſſione autem igniculorum abeunt in glaciem, concludendum eſt; & ſicut aqua, olea, vina, ſpiritus vini &c. quæ poſito certo gradu frigoris in corpora firma vertuntur, glacies adpellantur: ita cera dura, reſinæ ac ſulfura, butyrum, vitrum, atque ipſa metalla ſolida, quædam glaciei ſpecies cenſeri poſſunt, eo ſolum diſcrimine, quod una præ aliis maiorem caloris gradum ad obtinendam fluiditatem, minorem contra ad congelationem poſcat; ſed in vulgari ſermone iſtuc diſcrimen differentibus vocabulis, perinde ac ſi eſſentiale eſſet, diſtinguimus, quæ enim leni calore ſolvuntur, *liqueſcere*, quæ non niſi magno igne, *fundi* dicimus.

Cauſſa glaciei aſſignata ſecundum Newtoni legem genuina cenſeri debet; nam & vera eſt, non per hypotheſin conficta; vim enim mutuam tum guttarum, & bullarum tum alia phænomena prope innumerabilia oſtendunt: eadem & effectibus glaciei ceu ſoliditati, & duritiei explicandis eſt ſufficiens, *cum multo maior cohærentia per eaſdem vires in corporibus firmis efficiatur. Nihilominus diſſimulanda non ſunt argumenta adverſantium.*

§. XXIII.

DECLARANTUR DUBIA, ET OBIECTA ADVERSANTIUM, TUM ET PHŒNOMENA HUC PERTINENTIA.

I. Qui glaciem non niſi ope materiæ frigorificæ

 ſeu

ſeu corpuſculorum extraneorum formari putant, in hunc modum diſſerunt, *ubicunque præſens eſt ingens ſalium copia, aquæ facile obrigeſcunt glacie; hinc in ſpecubus ſubterraneis, in quibus plurimum latet nitri, annoſæ glacies reperiuntur.* R. 1. ubi nullus aditus patet nitro & ſalibus ceu in vacuo Boyliano, aquæ nihilominus obrigeſcunt glacie: igitur eæ particulæ ad formandam glaciem penitus neceſſariæ haud ſunt. 2. Salia *fluidis immiſſa* eorum concretionem magis impediunt, quam adiuvant teſte experientia, ut ſupra indicavimus; at eadem ſalia & maxime nitrum fluidis congelandis, & vaſis, ubi continentur, *circumpoſita* formationem glaciei adiuvare & accelerare poſſunt, quatenus corpora, quæ fluidum contingunt, vel continent, refrigerant, & igni exitum patefaciunt, vel quatenus aerem condenſando plures eius particulas adplicant fluido, eique plus caloris, vel citius eripiunt, vel quatenus glaciem aliarum particularum, quæ vaſi & ipſo fluido congelando vicinæ ſunt, ſolvunt atque hoc modo ampliorem partium ſolutarum ſuperficiem ipſi vaſi & fluido congelando admovent, atque iſtius congelationem illarum regelatione efficiunt. Exemplo eſt glacies artificialis; ſi enim nivibus, vel raſæ glaciei circa lagenam aquæ per artem congelandæ circumpoſitis inſperguntur ſalia, aquæ in lagena congelatio miris modis adiuvatur, non ob eam cauſſam, quod particulæ ſalium lagenæ poros ingreſſæ aquam inſtar ſpiculorum configant, & in maſſam cohærentem redigant; (quis enim, uti ſupra dictum, ſalibus & nitro per poros vitri aut metallorum aditum conceſſerit?) ſed quia ſalia nives & glaciem raſam lagenæ circumpoſitas magis refrigerant, atque ideo maiorem igniculorum copiam ex fluido in lagena contento eliciunt. Sed quæres: quomodo ſalia nives & glaciem, quibus inſperguntur, refrigerant? R. quatenus ſalia nives & glaciem ſolvunt, & liqueſcere faciunt; teſte enim experientia ſi glaciei comminutæ inſperguutur ſalia, & nulla eius liquatio fiat, non augetur frigus: contra augetur, quamprimum ſal & glacies inter ſe confunduntur penitus, atque iſtius ſolutio, & liquatio contingit. Paradoxum eſt, inquies, quod, ubi aquæ conglaciatæ ſua reſtituitur fluiditas, ſi-

ſimul eiusdem augeatur frigus. R. Ea fluiditas non ingreſſui igniculorum, & calori in glaciem inducto, ſed chemicæ cuidam ſolutioni adſcribenda eſt. Nempe ſiquis in ſuperficie glaciei hæret humor, is ſalia in minutiſſimas particulas redigit (uti paullo poſt de ſolutione omnium ſalium per aquam, & humores aqueos oſtendemus) ſalium dein particulæ ita extenuatæ facilius glaciem penetrant, atque attractione, quæ in eiusmodi ſolutionibus exeritur, glaciem pariter ſolvere incipiunt, poſtea autem, quam partes ſalium & glaciei penitius ſe penetrarunt, reliquiæ igniculorum ex interſtitiis eiiciuntur; cuius indicio eſt denſus vapor, qui extra ſuperficiem huius mixti conſpicuus eſt, quique ab igne avolante, & particulas aqueas ſecum abripiente oritur; Hoc igitur modo nivium & glaciei comminutæ ſolutio, & frigoris augmentum fit; maſſa ita frigefacta, cum præſertim maiore iam ſuperficie poſt ſolutionem lagenæ adplicetur, quam inæquales & ramoſæ nivium, & glaciei raſæ particulæ ante adplicabantur, neceſſario maiorem caloris partem in aqua extinguunt, adeoque eius congelationem adiuvant, & accelerant.

II. *Sæpe aqua non congelatur, etſi thermometrum maiorem in atmoſphæra frigoris gradum notet, quam vulgo requirit congelatio: ſæpe in minore gradu frigoris inducitur glacies: igitur præter caloris defectum aliud quidquam, nempe aliena ſalium corpuſcula fluidis ſupervenire debent, ut in glaciem abeant.* R. Id non a ſalinis particulis, ſed a communicatione caloris aut frigoris, aliisve cauſſis accidentariis pendet. Scilicet frigus non momento, ſed paulatim corpora pervadit; & quidem rariora, qualis eſt atmoſphæra, citius frigeſcunt, ac certo caloris gradu ſpoliantur, denſiora, ceu aqua tardius; etſi igitur thermometron gradum glaciei notet, fieri tamen poteſt, ut aqua illo frigoris gradu nondum ſit prædita, præſertim ſi heterogeneis partibus, & maxime ſalinis imbuta eſt, quæ congelationi obſtant. Quemadmodum vero teſte certa experientia corpora rariora citius frigeſcunt præ denſioribus: ita eadem præ his incaleſcunt celerius: ſi igitur calor citi-

us communicatur rariori atmosphæræ, quam glaciei; hæc solvi non debet illico, etiamsi thermometrum auctum atmosphæra calorem prodat. Præterea firmitas, & durities glaciei suos gradus habet, & ob varios in atmosphæro intestinos motus, aut ob ventos congelatio nunc accelerari; nunc liquatio retardari potest.

III. *Aqua aperto in vase citius in glaciem vertitur, quam clausa phialis; quia phialæ impediunt, quo minus corpuscula extranea fluidum ingrediantur, aut satis magna copia ingrediantur.* R. N. Rationem additam. Vera eventus caussa hæc est: quod vase aperto novus identidem aer ad aquam adfluat, eique citius suum calorem adimat; quo quidem modo a ventis congelatio accelerari potest.

IV. *Aquæ ad 33 caloris gradum thermometri fahrenheitiani redactæ affundatur eiusdem caloris spiritus nitri, pari quantitate: excitabitur illico calor, & liquor ad gradum 40 ascendet. Affundatur idem spiritus nitri rasæ glaciei ad 32 gradum calenti; nullus iam calor, sed ingens frigus producetur. Hoc experimento evidenter evinci aiunt, glaciei corposcula extranea esse admixta; cum enim perexigua sit inter aquam illam, & glaciem caloris differentia, nulla est ratio, cur spiritus nitri in priore casu calorem, in altero frigus efficiat, nisi statuatur, eundem cum extraneis corpusculis in glacie latitantibus effervescere, atque ita omnem ex mixto ignem eiicere.* R. Verisimilior experimenti ratio in hunc modum videtur, explicanda. Calor spiritu nitri aquæ affuso oritur a fermentatione, quæ inter spiritum nitri, & heterogenea corpuscula, queis aqua vix unquam caret, aut inter aquam, & corpuscula heterogenea nitri ab eadem soluti exiitit. Frigus vero altero casu inde consequitur, quod partes spirituosæ nitri penetrando glaciem, eamque solvendo residuos ex mixto igniculos magnam partem eiiciant, eo penitus modo, quo similia contingere diximus n. I. huius §.

V. *Si congelatio fluidorum, & firmitas glaciei a vi mutua oritur, qua partes imminuto calore sese trahunt, & ad sese propius accedunt. volumen fluidi in glaciem iam conversi minus foret, quam in priore fluiditatis*

tis statu tum ob propiores contactus & accessum mutuum particularum, tum quod frigore omnia corpora constringantur, atque in minus volumen redigantur secundum omnem dimensionem. At vero contraria est experientia; dum enim aqua in glaciem concrescit, ad maius volumen sese expandere constanter observatur, ita ut frusta glaciei aquae homogeneae innatent eo modo, quo solida specifice leviora in fluidis gravioribus natare solent. R. Concedo equidem, volumen ipsa congelatione augeri, frigore autem minore, quam ut glacies inducatur, constringi. Notarunt enim Florentini, in globo longiore collo instructo, aquam crescente frigore semper in volumen minus contractam initio descendere, donec aliquantulum subsistens celerrimo dein saltu simul expansa, simul glaciata consistat. Imo observatione compertum est, increscente frigore crescere expansionem, & posteaquam omnis aqua instar massae solidae consistere iam videtur, nihilominus tum quoque augeri volumen. Vis autem expansiva glaciei tanta est, ut vasa vitrea, terrea, metallica, si penitus clausa sint, disrumpantur, & in regionibus polo vicinioribus arbores ingenti cum fragore tormentorum explosionem imitante findantur. Unde coniecturam faciunt, quantum damni pati ab id genus conglaciatione possint aquaeductus frigido aeri expositi, atque aedificia sero autumno & hieme iam ingruente constructa, nec ante ingruens frigus intensum satis exsiccata. Ut porro huius phoenomeni, quod facile praecipuum est in hac re, sufficiens ratio, quantum fieri potest, explicetur, Dico *primo Aer inter particulas aquae contentus, earumque propiore congressu in maiores massulas collectus violentam glaciei expansionem adiuvare potest; solus eandem efficere instar unius caussae non potest.* Constat enim Halesii experimentis, aerem ex interstitiis corporum quacunque ratione collectum, in quibus antea divisus nullam sensibilem vim exerebat, miris viribus sese expandere, & volumem augere; at enim aqua ab omni etiam purgata acre, si in glaciem vertitur, volumen auget, & vasa vitrea, ac metallica diffringit; nec sane tanta vis, quantam aqua glaciata exerit, aeri collecto competit. Boyleus ae-

rem intra ſclopum pneumaticum decies & ter absque ruptura metalli denſiorem reddidit; plus igitur aer intra glaciem collectus, ſit condenſatus neceſſe eſt, ut vaſa tam firma diffringat; quis vero iſtud ulla veriſimili ratione comprobarit; dein ſi aqua ſuperne iam firmius conglaciatur, eidem pares aut maiores, quam aeri vires tribuendæ ſunt, ut eundem continendo & comprimendo egreſſum impediant; fruſtra igitur vires ab ipſa glacie in aerem transferuntur; nec id omnino difficultatem tollit; cum de vi glaciei maneat quæſtio. *Secundo Materiæ frigorificæ multo etiam minus ea expanſio tribui poteſt*; nam aqua in vaſis hermetice clauſis, aut in vacuo pari eventu conglaciatur. Et quoniam volumen aquæ glaciatæ ad $\frac{1}{19}$ vel omnino ad $\frac{1}{10}$ partem augetur, plane incredibili ſalium portione, ut tantum voluminis augmentum exiſtat, opus foret; denique ſal in aquam gelantem iniectum circa medium concentratur, concretioni obſtat, totamque glaciem minus duram, & æquabilem efficit: *Tertio Augmentum voluminis & expanſio glaciei a viribus mutuis particularum oritur*; nam phænomena guttarum ac bullarum, & ipſa formatio glaciei ab iis viribus provenit, nec cauſſis, quæ vulgo mechanicæ putantur, ullo pacto adſcribi poſſunt: præterea eædem vires augendo volumini & huic expanſioni efficiendæ pares ſunt, quia in minimis diſtantiis ſunt admodum intenſæ, uti ex cohærentia corporum firmorum conſtat: ergo ab iisdem viribus augmentum voluminis, & expanſio glaciei repetenda eſt; ſic enim cauſſa habetur *vera*, de cuius exiſtentia conſtat, & phœnomenis explicandis *ſufficiens*.

VI. *Vires mutuæ, ſi admittantur ſane, ad propiores particularum contactus, & contractionem voluminis tendunt: ergo augmentum voluminis, & glaciei expanſio ab iisdem oriri minime poteſt; cum ſit effectus contrarius earundem actioni; tota igitur manet difficultas in explicando hoc phænomeno glaciei.* R. Sine dubio explicandum eſt, quomodo eæ vires operentur, quidve in particulis fluidorum, aut glaciei contingat, ut ex vi ad coniunctionem partium & contractionem volumi-

minis tendente contrarius effectus expansionis consequatur. In systemate eorum, qui reiectis hypothesibus attractiones speciales ex phœnomenis colligunt, duo spectanda sunt ad hunc locum pertinentia; *primo*, quid de fluiditate corporum liquidorum ceu aquæ, statuant: *secundo* quomodo hanc glaciei expansionem declarent. Aquæ particulas proxime sphæricas esse aiunt, & ita constitutas, ut aliæ in alias exerant vim in omnem partem æqualem & æquabilem, non magis directe, quam ad latera & oblique trahendo, nec aliter agendo, sive hanc, sive illam partem aut superficiem aliis obvertant, hoc enim, & nullo alio modo intelligitur secundum hos auctores corporum fluiditas, & status eorum talis, ut particula altera circa alteram facillime moveattur, quin is motus propagetur ad partes remotiores, aut communicetur toti massæ; qui quidem status ad fluiditatem requiritur. Cum deinde glaciei expansionem declarant, eandem a viribus pendere statuunt, queis aquæ particulæ ad se invicem accedendo, non nisi determinatam inter se positionem, certosque angulos adfectant; quo posito necessario consequi debeat, ut in totam massam alius inducatur situs partium integrantium, maius requirens spatium, ac antea; & plura relinquantur vacua intervalla. Sed enim, si particulæ fluidorum vires exerunt in omnem partem æquales, & æquabiles, intelligi iam non potest, quomodo hanc præ alia positionem, & hos præ aliis angulos adfectent; quod, puto, admodum perspicuum est attendenti. Illud duntaxat dari potest in ista hypotesi, particulas fluidorum in filamenta coire, longamque seriem sphærularum inter se coniunctarum, per quarum centra illa quodammodo fila pertranseant; quamquam cum iuter sphæralas perexigui contactus sint, plurimaque phœnomena cohæsionem magnitudini contactuum respondere indicent, ipsa illa coniunctio particularum in filamenta firma & solida ægre percipiatur. Addunt, iuncturas eiusmodi filorum fere sub certis angulis acutis oræ vasorum, & inter se sub angulo 60° adhærescere, & si in fenestrarum tabulis humor aqueus concrescat, eius fila angulos 60 grad. satis adcurate exhibere. Alii contra aiunt, filamenta

glaciei ſub diverſis, minime conſtantibus angulis ad vaſis latera inclinari, eandemque angulorum infinitam varietatem etiam in figuris, quas aquei vapores in feneſtrarum tabulis congelati efformant, obſervari poſſe. Patet, rem hanc difficiles habere exitus, cxius, citiusque refelli opiniones falſas, quam veram inveniri. A priori, ut aiunt, & ſynthetico ordine ex figura, & magnitudine particularum fluidi, & ex directione atque intenſitate virium, cum hæc omnia penitus incognita ſint, definiri nil poteſt; ſed potius ex ipſis phœnomenis, quid de iis rebus apte ſtatui debeat, videndum eſt.

§. XXIV.

Propoſitio III. *Fluidorum quorumcunque moleculæ, ſi in maſſas ſolidas coeunt, certas inter ſe poſitiones, & figuras certosque angulos adfectant.* 2. *Ex hoc ipſo autem de figura & magnitudine molecularum alicuius fluidi, deque directione & intenſitate virium, quas eædem inter ſe exerunt, veriſimiles coniecturæ fieri poſſunt.* 3. *Ex utroque augmentum voluminis & expanſio glacei probabili ratione intelligitur.* Hæc igitur tria ſunt, quæ peculiari probatione nunc egent.

I. *Moleculæ quorumcunque fluidorum, ſi in maſſas ſolidas coeunt, certas figuras & angulos adfectant.* Nam id in chryſtallis ex ſalium diverſis ſpeciebus ortis omnino manifeſtum eſt: id in vegetationibus chemicis patet ad oculum: Id in nivibus ſeu vaporibus aqueis congelatis obſervamus, qui plerumque in floccos admodum regularis figuræ abeunt, quique nunc effigiem ſtellularum, quarum tenues radii conſtantes angulos 60 grad. comprehendunt, nunc liliorum formam, hexangulam tamen exhibent: id in corporibus fuſis e. g. cera, metallis &c. colligi poteſt ex conſtantibus pariter proprietatibus, quas cum firmitate & partium cohærentia recuperant; nam eæ proprietates ceu durities, mollities; ductilitas, friabilitas &c. ex certo plexu, quem minimæ moleculæ inter ſe obtinent, conſequuntur; ut proinde conſtantem plexum & texturam requirant: conſequenter minimæ moleculæ non te-

temere, & quavis ratione, sed certa lege, certo inter se situ, certis positionibus & angulis coeunt, ut massam efforment certis pariter proprietatibus præditam. Admissis viribus mutuis, earum actio a proprietate & magnitudine contactuum, & numero maiore elementorum pendet, nulla, ut arbitror, obscuritas & difficultas in hac re magnopere inesse potest.

II. *Ex hoc ipso de figura & magnitudine moleculaum, de directione, & intensitate virium, quas exerunt, verisimiles coniecturæ fieri possunt.* Aqua enim, dum in glaciem paulatim abit, primo filamenta format in longum producta sine angulis, eaque firmitate quadam prædita, tum lamellas, & massam glaciei admodum cohærentem. Hinc colligi potest, eius particulas a sphærica figura haud parum abludere, sed potius lateribus planis constare, quæ ampliores contactus admittant; plurima enim phœnomena suadent, vim cohæsionis magnitudini contactus respondere: inter sphærulas autem non nisi minimi contactus habent locum; aut fortassis ponendum est, aquæ moleculas valde inæqualis magnitudinis esse, ut interstitia a maioribus relicta ab aliis minoribus novos contactus ambientibus expleantur; ac tum, si avolante igne particulæ maiores vi mutua arctius ad sese accedunt, minores ex interstitiis excludi, separato que loco collocari debent; qua quidem ratione voluminis augmentum consequi intelligitur. Certe & luminis particulæ a Newtonianis plerisque, & a multis aeris quoque moleculæ inæquali magnitudine censentur præditæ; Neque eadem omnium particularum aquæ magnitudo ex mera hypothesi sumenda est, sed illud maxime considerandum est, quid ipsa phœnomena præ cæteris suadeant. Etsi autem figura particularum aquæ vel a sphærica recedat, vel earum magnitudo inæqualis sit; tamen id non obstat, quo minus vires mutuæ ad centra eorum corpusculorum tendant, & filamenta efficiant in longum producta: magnitudo earum virium propinquitati particularum, & magnitudini contatactuum respondebit; quamquam & puritas aquæ spectanda sit: heterogeneæ enim particulæ veluti salinæ firmitati glaciei & actioni mutuæ particularum aquæ obsunt.

fir-

III. *Ex utroque augmentum voluminis & glaciei expansio probabili ratione intelligitur;* nam *primo* si particulæ minimæ statuuntur inæqualis magnitudinis, & ob propiores maiorum accessus aliæ minores ex interstitiis eiiciuntur, necessario volumen augeri debet, quia & inter illas remanebunt interstitia maiora, & hæ separatam voluminis partem occupabunt. *Secundo* quia eædem particulæ ob vires mutuas certam positionem adfectant, & primo in filamenta oblonga, mox in lamellas, seu potius parallelopipeda abeunt, non iam solæ vires singularum particularum, sed compositio virium in massulis maioribus spectanda est; per hasce vires compositas eæ maiores massulæ necessario certas inter se positiones obtinent; igitur fieri omnino potest, ac debet, ut in totam massam inducatur minorum massularum situs, & coniunctio talis, quæ maius spatium poscat, quam antea partes solutæ ac liberæ requirebant; sane si in concipias plura parallelopipeda secundum homologa latera parallele sibi imposita spatium, quoddam occupare; non sufficiet idem spatium, ubi vis quædam illa parallelopipeda ad alias positiones adiget; igitur voluminis incrementum in glacie consequi ob vires mutuas perticularum, & vires massularum compositas debet. Similis expansio contingit, quando zincum, bismuthum, antimonium, camphoræ post fusionem, aut solutionem denuo resolidescunt, sive ad priorem soliditatis statum redeunt; nam e. g. frustum antimonii antimonio liquato immissum non totum mergitur. De vitro eadem suspicio est ob bullas aereas, quas perinde, ut glacies, exhibet, contra aliorum corporum volumen, quamdiu cohærentibus partibus constat, minus est; liquatione autem aut fusione augetur, uti observatur in cera, butyro, plumbo, cupro, aliisque metallis. Ferrum frigidum. est condensatum pro sua gravitate specifica, sed igne rarefit, eoque magis, quo vehementius ab illo candescit, donec fundatur omnino. Si dein infundatur modulis ad formas typorum refrigeratione accipiendas, principio refrigerationis intumescit, & in interna massa copiosas, sed exiguas cavitates obtinet; deinceps iam firmum quidem, sed adhuc valde rubens ab igne, dum fri-

frigefieri pergit, non inflatur amplius, sed detumescunt, & quo plus friget, eo magis contrahitur. Eiusmodi phœnomena non nisi certo nisui, quo & minimæ partes & maiores massulæ, quando concrescunt, certos situs adfectant, adscribi possunt, & passim adscribuntur ab iis, qui repudiatis hypothesibus, quid convenienter phœnomenis statui debeat, solerter indagant.

§. XXV.

Corollarium I. *Aucto frigore, glaciei iam formatæ volumen adhuc augetur.* Nam frigus nunquam est maximum, quando aqua glaciatur; idcirco nec omnes omnino partes simul vertuntur in glaciem, sed erunt semper aliquæ calore adhuc agitatæ, & ad suas positiones, situsque debitos necdum redactæ, quæ increscente frigore situm illum sensim adeptæ voluminis augmentum efficient. Posita molecularum inæqualitate, dum plures moleculæ minores ad sese arctius accedunt, plures minores ex meatibus, quos occupabant, exturbari & maiore vi exturbari debent; unde spectata virium specialium intensitate, & duritie particularum aquæ omni compressioni resistentium facile, ut opinor, intelligitur, quomodo ex ipso conatu particularum ad sese accedendi ingens expansio proveniat.

§. XXVI.

Corollarium II. *In vase aperto fila glacialia in superficie aquæ & prope oram vasis nascuntur.* eoquod aqua immediate subiecta atmosphæræ frigidiori citius calore suo spoliatur, dum igniculi in aerem vasi incumbentem, & vasis lateribus circumdatum per laterum poros effluunt. Cum autem in lentiore congelatione non totam illico superficiem igniculi destituant, sed sensim alias atque alias particularum series, prout nimirum per alios atque alios laterum poros pervadunt: hinc etiam initio, nisi gelu vehementius sæviat, solitaria duntaxat fila conspiciuntur, quæ novis accedentibus demum latiora fiant. Initium ergo congelationis a celeriore & copiosiore igniculorum discessu determina-

natur; ac fieri poteſt, ut ea a partibus fundo & lateribus propinquis incipiat.

§. XXVII.

Corollarium III. *Superficies glaciei principio adparet plana; poſtea vero, quam tota aqua in glaciem abiit, convexa, & circa medium in colliculum elata.* Dum enim aqua circa latera vaſis prius concreſcit, quam circa medium; idcirco aer, & materia elaſtica ac partes liquorum ſpiritoſæ verſus medium compelluntur, eoque maiorem acquirunt vim ſeſe expandendi, quo maiore copia colliguntur; expandent igitur ſe, & cruſtam glaciei ſuperius iam formatam elevabunt in medio, cum hæc minus reſiſtat, quam latera vaſis, aut denſior lateralis glacies. Præterea hæc ipſa materia elaſtica aquam nondum congelatam una attollit, perque meatus glaciei, aut rimam quamcunque expellit: quæ dum in ſuperficie diffluere nititur, a gelu conſtricta tumulum illum in medio efformat.

Innumera ſunt frigoris phænomena, de quibus alio loco diſſerendum erit; hic duntaxat de firmitate illa, quam fluida in maſſas ſolidas concreſcentia obtinent, tum de effectibus connexis egimus; in quibus eſt voluminis expanſio non ſoli glaciei, ſed aliis etiam nonnullis corporibus propria; certe ex mutatione voluminis ratio petenda eſt, cur ſolidum quoddam in modulos fuſum iſtorum formas adcuratius alio recipiat. Nimirum ſolida, quæ fuſione contrahuntur, frigefacta autem ſe expandunt, omnes modulorum cavitates ſui expanſione explent, atque ideo formas eorundem excipiunt penitius. Hinc ad literarum formas pro typo fundendas plumbo zincum, antimonium & ferrum commiſcentur; præterquam enim, quod ob plurium metallorum confuſionem facilior, perfectiorque fuſio minore etiam igne obtineatur; inſuper literarum formæ adcuratiores evadunt, & ob ferrum commixtum firmiores, quia Zincum, Antimonium & ferrum, frigezatione in maius volumen (uti glacies) ſe expandunt, quam antea habebant. Contra formæ ex plumbo, cupro, & argento ſeorſum fuſæ fere imperfectæ ſunt, quia

quia haec metalla a fusione refrigerata in arctius spatium se contrahunt.



CAPUT III.

De natura fluiditatis.

Quae de cohaesione partium fluidi inter se, & concretione earundem in massas solidas mox dicta sunt, viam nobis sternunt ad naturam fluiditatis indagandam:

§. XXVIII.

Definitio I. *Fluida* dicuntur corpora, quorum partes sensibiles facile, levique impulsu moventur, motusque comparativos admittunt, id est, moveri possunt, quin moveatur tota massa. Fluiditas ergo proprietas est *relativa*, non singulis elementis, vel moleculis primigeniis propria (hae enim solidae sunt, & proprietatibus corporum solidorum gaudent, ceu inertia, & viribus mutuis) sed orta ex *congerie partium* levi impressione mobilium, & inter se separabilium; nam capacitas motus comparativi partium, earundem facilem separabilitatem involvit, poscitque, ut sit facilis motus unius particulae circa alteram, quin is motus ad partes remotiores propagetur, aut cum tota massa fluidi communicetur. Certe fluida vasis metallicis inclusa, & vi externa vehementer pressa, etsi comprimi nequeant; tamen motus intestinos & comparativos admittunt, & calefieri possunt, & maiore, quam antea, motu intestino agitari, & a minimis animalculis, quae iisdem innatant, dividi ac separari, uti aqua in fundo maris, etsi vehementer prematur a pondere incumbente, tamen facile cedit piscibus innatantibus.

§. XXIX.

Obſervatio. Sunt I. Fluida quædam, inter quorum particulas nulla vis mutua neque ad acceſſum, neque ad receſſum deprehenditur. Eiusmodi ſunt pulveres, & arenulæ, ex quibus clepſydras formamus. II. Sunt alia, quorum ſaltem maſſulæ maiores vim repulſivam exerunt, ceu *primo* vapores aquei maxima vi ſe expandentes: *ſecundo* aer, qui ex interſtitiis aquæ collectus in maiores portiones ſuperficiem glaciei in colliculum attollit. *Tertio* ignis, cuius vi expanſiva ſeu repulſiva corpora dilatantur, ſolvuntur, funduntur &c. Ignis quoque electricus non exiguam vim repulſionis prodit. Nonnulli Auctores inter minores aeris portiones quandam vim attractionis admittunt; ſed necdum res explorata eſt, ſi de vi *molecularum aeris* agitur; cohæſio, quæ in bullis aereis obſervatur, fortaſſis aquæ particulis interiectis, quæ aerem attrahunt, adſcribi poteſt. Si enim exiguæ moleculæ aeris ſe ſe attrahere ponuntur, cur plures collectæ repente ſe repellunt? Robervallius in ſclopo pneumatico aerem valide compreſſum poſt annos omnino ſexdecim eiusdem vigoris elaſtici, visque expanſivæ expertus eſt; id quod cum vi attractiva exiguarum aeris molecularum ægre conciliari poteſt. In igne vis attractiva penitus nulla, ſed conſtanter repulſiva obſervatur, & quantumcunque is per ſpecula cauſtica concentretur, nunquam abit in maſſam ſolidam. III. Sunt denique alia fluida, inter quorum partes vis attrahens non ambigue obſervatur, ceu in aqua, oleis, mercurio &c. De guttis, bullis, glacie dictum ſupra. Dein fluidum in filario araneorum, & erucarum, quamprimum aerem attingit, ſolideſcit in ſtamina cohærentia, quæ nec in oleo, nec aqua, nec ſpiritu ſolvuntur. Cera ex altero ventriculo apis egreſſa liquida eſt; at ſimul, ac aerem attingit, ſolideſcit obſervante ſolertiſſimo REAUMOURIO. Perſpicuum eſt, inter particulas iſtiusmodi fluidorum vim tractivam intercedere.

De vi repulſiva paullo poſt. Nunc quærendum eſt, unde fluiditas, ſive mobilitas illa, partiumque minimarum tam expedita ſeparabilitas oriatur; in his enim

ſau-

formaliter, ut aiunt, fluiditas sita est. Quænam igitur affectiones partium, id est, quæ magnitudo, quæ figura, quæ vires mutuæ necessariæ sunt, ut eædem facile mobiles, & separabiles sint, id est, ut earum congeries efficiat corpus fluidum?

§. XXX.

Propositio. *Fluiditas oritur ex ingenti partium subtilitate, & virium, quas inter se exerunt, compositione tali, qua eædem se vel repellunt, vel minus attrahunt, quam sit vis ignis interlabentis, partesque agitantis, vel denique nec repellunt, nec attrahunt.* Probatur. Hisce positis (uti reipsa ponenda sunt ex observationibus) intelligitur fluiditas, eiusque in corpore quodam status. De utroque membro dicendum est singilatim.

I. Particulæ admodum subtiles ob exiguam massulam, levemque ab inertia resistentiam facillime moventur; si igitur ab aliis non attrahuntur, vel attrahuntur minus, quam sit vis ignis eiusdem agitantis & ab aliis identidem segregantis, aut si ab aliis omnino repelluntur; intelligitur profecto, easdem facile mobiles, atque separabiles inter se esse, id est, corpus fluidum efficere. Reipsa subtilitas partium in fluidis longe maior est, quam sensu, vel imaginatione possimus concipere; eorum moleculæ solitariæ nullo microscopio discerni possunt, sed ex aliis semper videntur compositæ, quæ separari inter se, facileque moveri possunt. Colligitur eadem subtilitas ex penetratione fluidorum in alia corpora, quorum meatus perexigui sunt. Aer per ligna præsertim paullo tenuiora transit: aqua penetrat in omnia vegetabilia, & plurimas animalium partes, easque tumefacit & molliores facit: oleum in ligna, plurimosque lapides, mercurius in non nulla metalla, & corpus animale.

II. Posita hac subtilitate particularum & virium, quas inter se exerunt, compositione tali, ut sese repellant, vel nec repellant, nec attrahant magnopere; tota ratio fluiditatis habetur, ut in minimis arenulis, & farina, item in aere, igne, & voporibus plurimis.

At quoniam partes non paucorum fluidorum se mutuo attrahunt, nec omni cohæsione carent, imo & in solidas massas facta caloris imminutione concrescunt; necesse est, ut, quamdiu fluida manet massa, ea sit virium, quas exerunt, compositio, qua minus se attrahant, quam sit vis ignis interlabentis partesque agitantis. Suffragatur experientia; quamdiu enim sufficiens ignis adest in aqua, fluida manet: si in glaciem abit, teste thermometro calor imminuitur. Et quoniam aqua fundamentum, & veluti basin liquiditatis præbet aliis succis & liquoribus; idem de hisce fluidis statuendum est; præterea intellecta vi caloris, & motu partium intestino, qui inde necessario consequitur, intelligitur diffusio liquidorum, & compositio ad libellam. evaporatio itidem, quæ in fluidis observatur. Plurima alia corpora non sunt fluida, nisi eorum partes igne agitentur, & pro vario attractionis, quam earum partes exerunt, gradu varius pariter gradus caloris ad fluiditatis statum requiritur; patet id in metallis liquatis, vitro fluente, in farina gypsi, dum vehementi igne solvitur.

§. XXXI.

Corollarium I. Si diversa inter se fluida comparamus, aut idem fluidum in diverso caloris, frigoris, puritatis, vel mixtionis statu spectamus, gradus quosdam fluiditatis deprehendimus. Teste Musschenbroekio Elem. Physic. §. 585. *fluidum fluidissimum est ignis, & lux, tum aer; est spiritus vini æthereus fluidior Alcohole: alcohol fluidius spiritu vini vulgari: qui fluidior aqua: hæc vino: hoc musto: hoc syrupo, & oleis.* Demum per gradus ad semifluida, ad mollia, & dura ascenditur, uti sunt glutina, cera, marmor. Hi gradus fluiditatis videntur maxime pendere a partium subtilitate, & imminutione virium ad accessum determinantium, quæ denique in repulsionem particularum transire potest. Plerique omnes figuram sphæricam fluidorum particulis tribuunt præsertim in igne, aut sphæricæ proximam, uti in aqua; sine dubio rotunditas molecularum cæteris manentibus iisdem auget fluiditatem; quod porro eandem constituant universe, difficile probatu

batu eſt; quis enim in aere, quis in particulis metallorum, ſulfurum &c. quando fuſa ſunt, particulas ſphæricas ſibi effingat? in aliis itidem, quæ ſolo ignis diſceſſu ſolideſcunt, ægre idem concipitur, cum ea figura perexiguos contactus admittat, quorum magnitudini in eiusmodi cohærentibus corporibus firmitas cohæſionis reſpondere videtur. Fateor, non deeſſe argumenta, quibus rotunda figura fluidis quibusdam vindicetur. Certe particulæ altiorum ordinum, quæ ſenſui ſubiacent, imo & bullæ ſive ex aere conſtent, ſive ex ipſis fluidi particulis in vaporem redactis, eam figuram exhibent, niſi corporis, cui incumbunt, attractione complanentur. In minoribus portionibus microſcopia in lacte, ſanguine, ſero, oleis, mercurio idem nobis obiiciunt. Fumus carbonum, ſi a ſuperficie plana exceptus microſcopio inſpicitur, meros exhibet globulos: Derhamus vapores in camera obſcura examinans eosdem ſphæricos deprehendit. Sed enim iſta neque communia ſunt omnibus fluidis, & ſi in hisce, quæ enumerata eſt, ea eſt virium compoſitio, ut actio, quam aliæ in alias moleculas exerunt, proxime ad centra molecularum undique tendat, adhuc minores particulæ in maiores maſſulas coibunt, figuram ſphæricam craſſis ſenſibus exhibentes, etſi illæ minores particulæ nequaquam rotundæ ſint, ſed lateribus conſtent planis, ampliores contactus admittentibus.

§. XXXII.

Corollarium II. Ex dictis perſpici poteſt, quid inter *fluidum*, *liquidum*, *humidum*, quæ vulgo diſtingui ſolent, interſit. Proprius character fluiditatis eſt facilis partium mobilitas, qua levi impulſui cedunt, & ſeparabilitas, ſeu capacitas motus comparativi. *Liquida* vocantur, quatenus fluida, dum paullo maiore quantitate accipiuntur, mox diffluunt, & ad libellam ſe componunt; ob hanc cauſſam cuicunque figuræ vaſis, in quo continentur, facile ſe adcommodant, ac veluti ſponte ſua; atque ut Aristotelici alebant, alienis terminis facile, propriis difficulter continentur. Cumulus farinæ, lapidum minutiſſime tritorum, conge-

 ries

ries tenuium vaporum sine dubio fluida sunt; sed aqua, oleum, æs fusum, mercurius non solum fluida, sed etiam liquida censentur, quia in planum effusa late diffluunt, & in quovis vase ad libellam se componnnt. Discrimen oritur tum a subtilitate partium, quam pulveres grandiusculi non adsequuntur, tum a motu intestino caloris; nec figura sphærica multum hic confert, nam globi maiores coniuncti in cumulum assurgunt, & pyramidem formant; concipe, omnes decrescere eadem inter se ratione; manebit pyramis. At concipe eos imminutos motu interno cieri; tum assumta mobilitate, & pondere proprio haud ægre intelliges, cur latissime diffluant. Denique *humida* vocantur, quæ aliis corporibus solidis adhærescunt, sive ea humectant; sed hæc est proprietas respectiva, non absoluta; eadem enim aqua, quæ digitis nostris adhæret illico, pinquia non humectat. Aer politissimis quoque corporibus adhæret, etiam cum maxime siccus censetur; hinc sensu isto humidus est, etsi id vulgo de sola aqua, & liquoribus aut vaporibus aqueis dicatur. De hac fluidorum ad solida corpora adhæsione proxime differendum est.

Ad naturam fluiditatis exponendam satis est eam virium, quas earum moleculæ exerunt, diversitatem, ac triplex, quod inde deducitur, fluidorum genus observationibus comprobasse; Nec iam quæri potest, unde illa in moleculis diversorum fluidorum virium diversitas proveniat; hæc enim ex compositione elementorum, aliisque fortasse caussis pendet, neque ad hunc locum omnino pertinet. De motu intestino, quo fluida tertii generis perpetuo adfici diximus, dubium esse nullum potest, quia eadem solo extincto aut imminuto calore, qui ad statum fluiditatis conservandum requiritur, illico solidescunt. Neque is motus subtilissimarum partium eam vim habet, ut arenas, pulveres, aliaque corpuscula graviora agitet, & differentiam gravitatis specificæ inter ea corpuscula & fluidum superet; hinc ea cessante maiore agitatione in fundum decidunt, uti fæces vini, cerevisiæ, aliorum liquorum. Bullulas quidem, aliasque particulas heterogeneas admodum exiles in spiritu vini citissime moveri, microscopiis observamus; alias autem in fluidis loco quieto posi-

positis nullus etiam per microscopia observatur motus intestinus; cum enim tanta sit molecularum subtilitas, ut seorsim singulæ a singulis nullo microscopio discernantur; haud mirum est, earum etiam motum effugere aciem nostram, nisi paullo vehementior sit, & maiorem fluidi portionem adficiat. Vinum rubrum commemorant aquæ leniter adfusum per 18 menses separatum mansisse; id cum motu intestino horum fluidorum, quo commixtio eorundem effici debebat, ægre conciliari posse antumant. Sed nempe minor is motus est, utpote in futilissimis moleculis; & differentia gravitatum specificarum in illis liquoribus maior erat, quam vis orta ab illo motu. Sed præter calorem etiam evaporatio liquidorum motus intestini indicium est.

CAPUT IV.

De Adhæsione Corporum Fluidorum ad solida, maxime in Tubis Capillaribus.

Attractionum specialium satis multa, eaque, ut opinor, admodum gravia argumenta protulimus. Deinceps observationibus, ex quibus eædem & deducuntur, & confirmantur, explicationes suas attractionum systemati conformes adnectemus, ne idem perpetuo bis commemorandum sit. Ut tamen experientia, ipsaque phænomena, quæ naturæ vox quædam sunt, cum philosophorum voce ne confundatur, observationes & expositiones earundem typorum discrimine quodam segregabimus.

§. XXXIII.

Observatio I. Omnia liquida secundum minores portiones adhærescunt quibusdam corporibus solidis, certe aqua omnibus, exceptis oleosis & pinquibus. Mercurius etiam pinquibus, item auro, plumbo, & stanno se iungit, horumque meatus ingreditur, ac per omnia prope humani corporis membra pervadit: ligna non tingit: ferrum dicitur repellere, & repelli ab eo. Aer facillime adhæret solidis æque ac fluidis, iisque intime mi-

miscetur; eius bullæ in solutionibus corporum sat longo tempore adhærent fundo, & lateribus, ac maiore copia superficiebus asperis, quam politis. Secundum experimenta HALESII (qui omnes prope corporum species ad examen hac in parte vocavit) volumen aeris per operationes varias e corporibus educti, & ad communem atmosphæræ densitatem ipsa eductione proxime revocati non raro volumen corporum, quibus ante inhæserat, multis vicibus superat; quo discimus, aerem istum, cum in minimas dispertitus particulas corporum recessibus inhæreret, vehementissime fuisse compressum. Sunt corpora nonnulla, præsertim fluida, quæ licet ope caloris, aut vacui Boyliani ab aere diligentissime purgata fuerint, eundem tamen iterum in se attraxisse observantur post aliquod temporis intervallum ferme eadem, ut prius, copia, modo libero aeri exponantur. Ex phœnomenis electricis colligemus, omnia corpora & corporum partes nativam quandam & constantem ignis dosin continere, sibique vindicare; ac Cl. HAMBERGERUS transitum materiæ caloris, & ignis ab uno in aliud corpus, vimque solvendi massas solidas, qua ignis pollet, ex vi cohæsionis istius ad alieni corporis partes repetit. *Qui phœnomena illa, quæ nos attractioni adscribimus, per aeris, vel ætheris actionem mechanice, ut aiunt, explicare conantur, videant, quodnam aliud genus aeris vel ætheris in subsidium vocent, ad hanc vulgaris & ab omnibus admissi aeris & ignis ad corpora adhæsionem explicandam. Humectatio vasorum sine attractione eorundem in aquam, aut liquidum quodcunque haud intelligitur præsertim cum liquida contra directionem & vim gravitatis, quam habent, lateribus adhærescant. Cur guttæ liquidi eiusdem in uno plano basin latiorem, in altero rotunditatem sphærulæ adcuratius induant, non nisi ab attractione, quæ in aliis atque aliis planis alia est, repeti potest. Uti vero aqua a lignis trahitur, non item a pinguibus; ita filamenta eiusdem glacialia parietibus vasorum adhærescunt, atque inde versus medium tendunt, at si iidem oleo vel sebo imbuuntur, hæc sine adhæsione, in media aquæ superficie primo innatant.*

II. Aqua per superficiem vitri defluens inferiori eius lateri adhæret, ibique guttam format, quæ succeden-

dentibus aliis particulis crescit magnitudine & pondere, unde ob vim propriæ gravitatis figuram oblongam induit; demum in binas dividitur collo semper magis attenuato; eoque demum rupto pars inferior guttulæ decidit superior versus vitrum resilit; *delapsura cum aliis moleculis, nisi a vitro magis, quam particulis homogeneis traheretur.* Similia observantur in stillicidiis tectorum, & vaporibus aqueis per fenestrarum tabulas defluentibus.

III. Superficies aquæ vasi vitreo mundo & sicco infusæ versus latera per curvam attollitur, & in medio concava est; *nempe a lateribus vasis quaquaversus attrahitur; quæ quidem tractio vitri exeritur in maxime vicinas aquæ moleculas, quas dein ob vim mutuam, quam in se habent, sequuntur aliæ atque aliæ remotiores, uti siquis unum globulum magnetis, cui plures adiacent, attollat, huic mox vicinior alius, atque alius adhærescens una attolletur.* Si vas totum ad supremam oram repletur fluido, attractio laterum effectum sortiri nequit; hinc fluidum per sese planam superficiem obtinebit; sed hæc planities, cum unicus limes sit inter infinitas concavas superficies, in nullo casu reali verisimiliter concipi potest. Sed utcunque ista sint, repleto iam vase, novaque adfusa liquidi portione superficies fit convexa præsertim in liquidis, quæ ob maiorem vim mutuam *viscosa* dicuntur; *quo casu mutua partium in se actio obest, quo minus ad latus diffluant.*

IV. Globuli vitrei cavi, aut suberei, imo & bullæ aeris aquæ innatantes, quando lateribus vasis adpropinquant, motu accelerato versus ea rapiuntur; *dum nempe sphæram activitatis laterum, vel certe partium fluidi ad latera assurgentis ingrediuntur; nam ea motus acceleratio fit per spatium, quod ipsis sensibus discerni potest. Quid, obsecro, aer vel æther omni parte agens æqualiter, hic agit?*

V. Si laminæ vitreæ ad horizontem inclinatæ interius apponitur gutta aquæ, ea per planum descendet ad infimum marginem *vi c d composita ex vi normali gravitatis c g, & vi attractiva vitri c a* (*T. I. F. I.*) via, quam motu suo designat, manet humida; *quia particulæ quædam arctius a vitro attractæ adhærent superficiei, renitente gravitate sua.*

VI. Binæ laminæ vitreæ planæ, mundæ & ficcæ coniungantur situ parallelo, & inferiore latere contingant aquam, ascendet ea intra laminarum commissuram ad notabilem altitudinem. *Id quidem indicio est, eas haud se contingere saltem omni ex parte, etsi digitis comprimantur.* Si dein eædem interposito tenui filo separentur ad modicum intervallum, altitudines fluidi ingredientis observantur reciprocæ, ut distantiæ laminarum. Quantitas fluidi intercepti formam habet parallelopipedi, cuius basis est distantia laminarum ducta in inferius latus earundem; & quoniam parallelopipeda, quorum altitudines, & bases reciprocant, æqualia sunt; *sequitur, quantitatem fluidi inter laminas pro varia distantia intercepti constantem esse, seu æqualem.*

VII. Si eiusmodi specula plana (F. II. T. I.) ad horizontem perpendicularia latere uno O M penitus coniungantur, altero autem interiecta tenui lamella separentur, ut in O M perexiguum angulum efficiant: fluidum, quod in vase A B C D latera inferiora speculorum M N, M K contingit, ita ascendet, ut maiorem altitudinem attingat in iis partibus, ubi specula minus distant, minorem in iis, ubi magis distant; formabitque curvam hyperbolicam; haud ægre enim colligitur, rectangula M e f g, M h i k, M l r s &c. esse æqualia; quæ est nota proprietas superficiei hyperbolicæ inter curvam O t r i f, & asymtotos M O, M N. Si ea specula immerguntur in mercurium in vase stagnantem, is quoque elevabitur, & hyperbolam g f c situ inverso formabit (F. III. T. I.) *crescit nimirum altitudo fluidi decrescente speculorum distantia, & versus acutum angulum ob propinquitatem laterum, queis vis tractiva inest, & propiorem fluidi contactum, ac tenuiores eius portiones, quarum pondus facilius superatur attractione, quam pondus portionum maiorum. Intimius perspicietur ratio huius ascensus ex phænomenis tuborum capillarium.*

VIII. Speculo plano & horizontali A B (F. IV. T. I.) imponatur gutta olei recentis auranciorum OPSQ, aliudque planum speculum A C priori ita imponatur, ut guttam in puncto P contingat: ea motu accelerato versus A movebitur. *Trahetur enim vi ad plana perpendiculari O P, O Q; unde existet motus compositus O S:*

in accessu autem versus A gutta ob ampliorem contactum, & minorem speculorum distantiam sentiet maiorem vim; unde motus acceleretur necesse est: unde intelligitur, cur eiusdem motus retardetur, si durante accessu specula aliquantum eleventur; & aucta magis altitudine gutta omnino quieta hæreat. Si experimento adhibeatur gutta mercurii, ea fertur directione contraria O R; *cum enim eius particulæ magis se trahant, quam trahantur a vitro; idcirco ex vi & directione P O = S Q, & Q O = S P nascitur motus ex O versus R.*

Sunt, qui putant, mercurium omnino repelli a vitro, at enim videtur is secundum exiles admodum portiones vitris quoque adhærescere, verum ita, ut si eiusmodi portiones maiorem quandam mercurii massam quavis sui parte contingant, eidem mox coniungantur, quoniam a massa homogenea validius, quam a vitro trahuntur.

§. XXXIV.

Observatio *de tubis capillaribus.* Si tubulus vitreus, cuius diameter interior non nisi unius lineæ, aut etiam minor est, immititur in fluidum e. g. aquam, vinum &c. liquor per se ipsum ascendit, ac primo satis celeriter, supra libellam fluidi in vase stagnantis. Diversi liquores imo etiam diversæ species materiæ, ex qua conficiuntur tubuli, diversa produnt phœnomena, quæ nullam rationem gravitatis specificæ liquorum sequuntur. Idem autem liquor fere altitudines obtinet diametris tubulorum reciprocas. Sit enim diameter tubuli $\frac{1}{2}$ lin. erit altitudo circiter unius pollicis. Sit dein diameter $\frac{1}{10}$ lin. Observata est altitudo quinque pollicum, & aliquanto etiam maior; est autem $\frac{1}{2} : \frac{1}{10} = 5 : 1.$

Sunt hæc phœnomena tubulorum capillarium constantia, regularia, obvia, ac diligenter secernenda ab iis, quæ magis complicata sunt, aliasque præterea habent adiunctas caussas. Adcuratiorem præ cæteris explicationem eorundem dedit Cel. de La Lande in diss. de hac re edita Parisiis anno 1770. uti nunc exponemus.

§. XXXV.

Propositio I. *Cum attractionibus specialibus, quas corporum particulae passim exerunt in minimis distantiis, consentiunt phaenomena tuborum capillarium.* Ad confirmandam positionem hanc necesse est, distincte explicare, quomodo ob speciales attractiones ascensus liquoris supra libellam, eiusque sustentatio haberi debeat in eiusmodi tubulis; in quem finem spectanda est tenuis columna fluidi cavitati tubuli respondens caeteris vicinis altior, cuius proin gravitas quadam parte imminui debet, ut imminuta pressione deorsum, & aucta vicissim altitudine cum aliis circumiacentibus columnis, quarum pressio non imminuitur, aequilibrium tueatur vi legum hydrostaticarum. Sit igitur (F. V. T. I.) tubulus vitreus G B immissus in aquam vasis V S usque ad E; isque concipiatur divisus in tenuissimos annulos B C, C D, E F, quibus aeque tenues lamellae, sive annuli cavi fluidi contenti respondent, ita ut maxime spectentur particulae superficiei internae annulorum tubi adhaerentes, quae per se annulum cavum efformant, sed cum eaedem alias attrahant homogeneas fluidi particulas, in lamellas abeunt. Sit vis tractiva particularum aquae in se mutuo = e; vis tractiva vitri, vel singulorum eius annulorum in aquam sit = u; ponaturque ea vis ab infimo annulo B C in subiectum fluidum pertingere usque ad A. Concipiendum est autem, vim tractivam singulorum annulorum non modo versus unam partem, sed more omnium virium attrahentium, versus omnem partem in orbem agere, ita ut distantia B A duntaxat radius sit sphaerae activitatis, quam infimus annulus eidem radio aequalis exerit. His positis

I. *Spectentur moleculae aquae B A infimo annulo proxime subiectae.* Quoniam eae ab annulo B C trahuntur sursum, sed earundem separationi & elevationi vis mutua, quam inter sese exerunt, resistit, erit attractio annuli in eas partes extra tubulum = u — e; quae est differentia binarum attractionum appositarum, vitri in aquam, & particularum aquae in se mutuo.

II. *Considerentur particulae aquae intra annulum B C sitae;*

ſitæ; has trahet annulus proximus C D priori B C æqualis iterum vi = u — e; nam ab annulo infimo B C illæ particulæ duntaxat trahuntur ad latus; quæ tractio non obſtat tractioni verticali annuli ſuperioris C D, uti vi & tractioni horizontali non obeſt vis normalis gravitatis (Mechanic. §. CXII. n. VI.) Hac igitur vi annuli C D, qua columna cavitati tubuli reſpondens ſurſum agitur a vitro, addita ad vim priorem, erit ſumma attractionum vitri in aquam = 2 u — 2 e. Animadverte; ex omnibus particulis intra primum annulum B C contentis particula C ultima eſt, in qua attractio annuli ſuperioris C D effectum habet; nam ſupra C attractiones annuli B C, & C D, cum ſint æquales, & oppoſitæ, ſe mutuo deſtruent.

III. *Spectanda eſt pars tubuli, quæ ſupra libellam V S proxime extat*, ſive annulus E F æqualis annulo B C & C D. Nam ante tubuli immerſionem particulæ ſupremæ fluidi in ſuperficie iacentes ab aliis inferioribus trahebantur deorſum vi = e; nunc a parte immerſa tubuli, quæ particularum inferiorum locum occupat, trahuntur deorſum vi = u — e; ergo inducta aliqua mutatio, & differentia erit = u — e, Porro a parte ſuperiore E F extante eædem particulæ in ſuperficie fluidi iacentes ſurſum trahuntur vi = u. Si ex viribus hisce oppoſitis deorſum u — e, & viribus ſurſum = u, differentia ſumitur, hoc eſt, ſi a vi ſurſum agente ſubtrahatur vis agens deorſum, manebit vis agens ſurſum = e; perinde ac ſi ſupremæ ſuperficiei incumberet columna aquæ, quæ pariter ſurſum ageret vi ſolita = e. Si iam hæ vires omnes computentur, erit attractio aquæ ſurſum ex I & II num. = 2 u — 2 e, & ex n. III = e; conſequenter vis tota = 2 u — e; eſtque hæc tota vis perturbatrix gravitatis & preſſionis in columna fluidi cavitati tubuli reſpondente; unde imminuta iſtius preſſione deorſum ab attractione tubuli, altitudo eiusdem, ut in æquilibrio ſit cum reliquis columnis, neceſſario augeri debet.

§. XXXVI.

Corollarium I. Fluidorum ultra libellam intra il-

los

los etiam tubulos ascendet, quorum in illud attractio minor est, quam attractio particularum fluidi in se mutuo agentium (modo vis tubuli non sit minor dimidia vi, qua particulae fluidi in se agunt mutuo). Id revera observamus in tubulis ex plumis aqua levioribus, quae minus trahunt aquam, quam aquae particulae se mutuo. Nam si ponitur $u > \frac{1}{2} e$; erit etiam $2u > e$; proinde vis perturbatrix & sursum agens maior vi mutua partium fluidi. Quemadmodum vero vis u varia est pro varia materia, qua tubuli constant: pariter vis e diversa pro diversitate fluidorum, aut status praesentis in fluido eodem; ita vis perturbatrix; & altitudo fluidi supra libellam eminentis alia atque alia esse potest, ac solet reipsa; & sicut vis e, sive attractio mutua partium fluidi gravitati eiusdem specificae aut densitati minime respondet; ita nec altitudo eidem conformari potest. Si autem vis u, qua tubulus trahuit, minor est dimidia vi, qua particulae fluidi in se agnnt mutuo, nullus sequetur ascensus supra libellam; nam si $u < \frac{1}{2} e$; erit etiam vis tota $2u < e$; proinde vis, qua particulae sibi adhaerent mutuo, maior erit vi tota perturbatrice sursum agente; non potest igitur fluidum sursum agi. Si in mercurium immittitur tubulus vitreus, is adeo non ascendit supra libellam, ut columna cavitati tubuli respondens etiam infra eandem haereat. Nempe particulae mercurii a tubulo immerso exclusae alias sibi antea subiectas, nunc subiectas tubulo sursum trahebant, earumque pressionem & vim deorsum imminuebant; nunc vero, quia minus trahuntur a vitro, etiam minus perdunt de vi & pondere naturali; atque ita columna cavitati tubuli respondens, etsi aliis columnis circumpositis minor sit, tamen par adhuc erit tuendo aequilibrio. Similia fieri in plumbo liquefacto ostendit GELLERTUS Tom. XII. Comm. Petropol. Imo & aqua plumis duris, & siccis immissis infra libellam haeret, uti mercurius circa tubulos vitreos; at si aqua plumas paulatim penetret, earum densitas propius accedet ad densitatem aquae, auctaque in iis vi tractiva effectus contrarius habebitur.

§. XXXVII.

§. XXXVII.

Corollarium II. Imminuta per actionem tubuli gravitate partium fluidi eius cavitati respondentium elevatio earundem, & sustentatio supra libellam ex ipsis pressionis fluidorum legibus intelligitur, uti (si parva licet componere magnis) imminuta gravitate partium maris per actionem lunæ, & solis eiusdem intumescentia eodem modo explicari solet. Sphæra attractionis tubuli perquam exigua est, qui nisi aquam contingat, non attrahet; & quamvis vitro aliisque corporibus guttæ paullo maiores, & longiores sæpe adhærescant; non tamen inferri continuo debet, omnes guttæ illius moleculas intra sphæram activitatis vitri contineri; nam partes extra sphæram positæ cohærent cum iis, in quas vitrum immediate agit. Idcirco etiam altius & celerius ascendit aqua per tubulum iam antea humefactum interius, quam per siccum; &, quemadmodum Landius animadvertit, fluvii ob hanc etiam caussam celerius moventur, quando increscunt, & plerumque eorum aquæ celerius aguntur in superficie, quam fundo; aqua enim facilius devolvitur & lubricat per aquam, quam fundum, & arenas. Ob parvitatem sphæræ, quam vis tractiva tubulorum complectitur, fit, ut, si interna vitri superficies leviter obducatur fluido heterogeneo, quod aquam non attrahit, ea intra cavitatem minime ascendat. Ob eandem rationem in tubis amplioribus non nisi lateribus vicinæ partes attolluntur, & superficiem cavam formant: reliquas vis tractiva tubi non adficit. Si vero eæ sint tubulorum angustiæ, ut tota columna ultra libellam elevetur, altitudines columnæ erunt reciproce ut diametri tubulorum, haud secus, ac inter binas laminas interceptum fluidum altitudinem obtinet distantiæ laminarum reciprocam (§. XXXIII. n. VI.) unde porro sequitur, quantitates fluidi in diversis tubulis esse directe ut diametros eorundem; cuius rei demonstrationem ex iisdem prope, quæ a nobis allata sunt, principiis adcurate exponit cl. Scherfferus P. I. Instit. Phys. Edit. nov. §. 353 & seqq.

§. XXXVIII.

§. XXXVIII.

Corollarium III. Quoniam vis attractiva tuborum, & singulorum eius annulorum in sphæram agit; idcirco fluidum, quod in secundo annulo continetur, eadem vi, qua a tertio annulo sursum trahitur, a primo, & infimo trahitur deorsum; ab ipso autem secundo annulo duntaxat ad latus; quapropter vis annuli tertii nullum effectum sortiri potest. Sunt, qui putant, totam internam tubulorum superficiem, quam fluidum paulatim attingit, ad eius elevationem concurrere: idem vero fluidum si ad diversas altitudines iam elevatum spectetur; sola vi annuli supra summam eius superficiem positi sustentari aiunt. At enim actioni supremi annuli semper attractio annuli proxime inferioris, cuius non minor vis est; opponitur; & quamvis annulus inferior fluido oppletus iam sit, propterea eius actio, quam in sphæram exerit, minime cessat. In nostra autem sententia, etsi in fluidum secundo annulo respondens eadem, sed opposita vi agat annulus infimus deorsum, qua tertius in idem agat sursum; tamen gravitas fluidi tubulo immediate subiecti perturbatur, atque imminuitur ab infimo B C, & gravitas fluidi annulo infimo contenti perturbatur & imminuitur ab annulo secundo C D, similiterque, idem fit ab annulo E F proxime extante supra libellam; quocirca perturbata & imminuta hoc modo gravitate columnæ cavitati tubuli respondentis, eiusdem elevatio & sustentatio secundum leges Hydrostatices peragetur. Posuimus supra; vim infimæ partis seu annuli in subiectum fluidum pertingere usque ad A, atque huic radio sphæræ activitatis æqualem sumsimus eundem annulum B C, huic æqualem annulum proximum C D; hinc attractio infimi in subiectum fluidum, & attractio proximi in fluidum intra annulum infimum hærens nulla alia attractione alterius annuli extingui potest.

§. XXXIX.

Explicantur Dubia, Et Phœnomena Quædam.

I. *Si tubulus non immergitur profundius in fluidum*

dum , verum ita adplicatur , ut superficiem istius duntaxat contingat ; ascensus supra libellam perinde obtinetur , ac in alio casu , nec tamen pars tubuli supra libellam extantis singilatim hic considerari , vel ad ascensum quidquam conferre potest , uti dictum est §. XXXV. n. III. R. Annuli BC, & CD, si eorum attractio in aquam præcise consideratur, agunt vi $= 2u$; quoniam vero columna capillaris intra tubulum contenta sollicitatur vi opposita aquæ ad libellam consistentis, & quidem vi $= e$; quæ vis in circumiacentes columnas aut particulas non exercetur, idcirco vis tota proveniens a tubulo detracta vi opposita denuo erit $= 2u - e$; ut adeo formula eadem habeat locum.

II. *Adhibito tubo, cuius latera crassiora sunt, maior fluidi altitudo observari debebit ob maiorem massam attrahentem : non observatur antem : igitur cum attractionibus , earumque legibus non consentiunt hæc phænomena.* R. N. M. Nam partes fluidi, quæ ipsi lumini non maxime vicinæ sunt, ingredi nequeunt (eo quod ipsa crassitie marginis inferioris impediantur) etsi earum pondus attractione laterum imminuatur. Hinc in tubo etiam crassiore duntaxat cavitati quam proximæ effectum edunt, qui in sensus cadat. Quemadmodum vero crassities, ita & altitudo tubuli altius eminentis altitudinem fluidi non auget ; quia sphæra attractionis perquam exigua est. Si tubulus decurtetur, aliquando differentia quædam altitudinis notatur, aliquando nulla plane: & quoniam valde difficile est acquirere tubulos, quorum amplitudo per totam longitudinem prorsus eadem est; facile inde aliquid turbatur, quod nempe discrimen diametrorum adsit. Præterea si tubulus idem brevior reddatur successive, sæpe minor in prima immersione, quam secunda & tertia observatur altitudo, ob humiditatem superficiei internæ, qua posita ipsæ particulæ aquæ sibi facilius adhærescunt.

III. *Sit* (F. VI. T. I.) *tubulus inæqualis diametri , in cuius angustiore parte CB aqua ascenderet ad 12 lin. in ampliore BA ad 6 lin. immergatur primo pars angustior usque ad GH ; ascendet aqua haud altius , quam intra partem ampliorem BA solet ascendere:*

Contra si latior pars D G (n. 2.) immergatur, aqua ascendet perinde, ac in angustiore parte D B per sese ascenderet. Id phaenomenon, non adparet, quomodo cum attractionibus consentiat. R. In primo casu vi sursum agenti in C obest attractio particularum vitri circa B; praeterea particulae, quae elevantur ob actionem in E, circa B ob maiorem eius partis amplitudinem magis diffunduntur, hinc minor altitudo, & aequalis ei, quae in ampliore parte B A haberetur, hoc casu observabitur; destructa enim vi in C duntaxat attractio reliqua est, quae parti B A competit. At si pars amplior G D (n. 2.) immergitur, habebitur actio tubuli sursum in G; partes in D ob maiorem ampliitudinem & massam magis agent deorsum, quam partes angustiores in D B sursum. Quoniam vero annulus D A supra libellam proxime extans perinde agit, ac si columna fluidi homogenei superficiei C A esset imposita (§. XXXV. n. III.) is magis agit sursum, quam annulus Angustior partis D B ageret; sed ob maiorem in D A amplitudinem fluidum ad maius etiam spatium diffunditur; quocirca ea praecise attractio & altitudo fluidi habebitur, quam sola pars angustior D B efficeret, etsi ea in praesenti revera nihil efficiat.

IV. *Sit* (F. VII. T. I.) *tubulus vitreus B T, qui aquam sustineat ultra libellam ad altitudinen T G, si eam contingat in ase. Si dein removeatur a superficie aquae, prior eiusdem portio ad eandem altitudinem manebit suspensa* (tum vi tractiva vitri, tum fortassis etiam ob afirictum ad latera; tum ob exiguam fluidi contenti molem, cui ferendae attractio vitri plerumque par est. Nam observante MARIOTTO & BILFINGERO massa aquae intra tubulum capillarem contentae fere guttam non excedit, quam infimum tubuli eiusdem labrum sustinere queat. *Abstorso dein & purgato inferiore limbo gutta quaedam aquae adplicetur exterius tubulo verticaliter erecto, e. g. in G, quae tanta sit, ut pondere suo versus T defluat: sistetur in T, ac segmentum sphaericum V formabit: aqua vero in tubulo supra G ascendet, eritque maior altitudo perpendicularis ac antea, cum in vase fluidi stagnantis tubulus haereret.*

Ad-

Adplicata postea alia guttula, quæ iterum ab exteriore superficie defluat versus T, tum segmentum spæricum V, tum altitudo columnæ intra tubulum crescet; eritque maxima altitudo, quando gutta V hemisphærium exhibet. Postmodum aucta diducetur in longum instar pyri, eritque prona ad lapsum; qui si contingat, columna interior evadit brevior ac ante; maior tamen adhuc manet, quam cum tubulus hærebat in vase, aut aquam tangebat secundum lineam S. T. In hoc experimento illud maxime declarandum, cur altitudo columnæ a gutta defluente augeatur. Tubulus quidem vitreus sive immersus sit aquæ, sive inde extrahatur, eandem tractionem exerit; sed quamdiu infima ora sua aquam in vase stagnantem contingit, eiusdem attractioni parte quadam resistit vis opposita cohæsionis particularum fluidi inter se, uti dictum est §. XXXV. n. III. Ea vis opposita, per quam fluidum in vase stagnans deorsum agit in columnam tubuli, eodem extracto cessat. Quando dein gutta exterius defluens magnitudine, & pondere increscit, eadem prolongetur necesse est, uti id fit in guttis aliis; cumque eius particulæ ad lapsum pronæ vim exerant in columnæ partes vicinas, ista, eveniente lapsu, brevior redditur. Nihil igitur in hoc experimento inest, quod cum attractionibus specialibus corporum, & principiis antea stabilitis non penitus consentiat. *Si gutta aquæ exterius adplicetur tubulo vacuo, & verticaliter erecto, ea descendit ad infimam oram, ac per cavitatem introrsum rapitur, celeriterque ascendens non modicam tubuli partem implet.* Gutta ab exteriore vitri superficie, cui adplicatur, non nisi ad latus, & horizontaliter trahitur; superiorum enim vitri partium, & inferiorum tractio utrinque opposita est, neque ad ascensum, neque ad descensum. guttæ quidquam omnino confert: pondere igitur naturali descendit; in infima ora mox totam sentit eius annuli attractionem, ita, ut annulus infimus agat in particulas extra cavitatem adhuc positas, & annulus proxime superior trahat particulas intra primum annulum hærentes, quim istæ tractiones ulla vi opposita frustrentur, imo ut adiuventur mutua tractione molecularum fluidi inter se. Positis hisce actionibus au-

lorum, & cohæsione fluidi facile intelligitur, cur gutta introrsum rapiatur, & cur particulæ intra sphæram activitatis, quam illi annuli exerunt, alias superiores trudant sursum, ut adeo notabilis pars tubuli impleri debeat.

V. *Aqua intra tubulum diametri* $\frac{1}{3}$ *lin. observata est ascendere* 10 *lineis ultra libellam: spiritus vini in eodem, vel æquali non nisi ad* $3\frac{1}{2}$ *lineas. Porro cum spiritus vini sit levior aqua (est enim gravitas specifica aquæ ad gravitatem specificam spiritus vini ut* 10 *ad* $8\frac{2}{3}$ *) videtur is minus resistere attractioni, & propterea altius attolli debere.* R. 1. Supra animadversum est (§. XXXVI. cor. I.) altitudines liquorum intra tubulos capillares gravitati specificæ eorumdem minime respondere; diversitas ab ipsorum liquorum, tuborumque diversa constitutione oritur. 2. Compertum est omnibus, spiritum vini maxime inflammabilem esse. Idem ob partes oleosas, ob phlogiston & materiam ignis, quam continet, & ob quam copiosæ evaporationi obnoxius est, continuo vapores insensibiles emittit; quorum atmosphæra elastica & repulsiva propiorem contactum partium eiusdem ad vitrum impedit. Æther vitriolicus, id est, partes oleosæ æthereæ a spiritu vini per acidum vitrioli extractæ, quæ magis inflammabiles sunt, minusque phlegmatis, quam spiritus vini, continent, ad minorem etiam altitudinem ascendant. In tubulo enim diametr. $\frac{1}{2}$ lin. aqua ad 13 lineas, spiritus vini ad 5, spiritus æthereus non nisi ad 4 pervenit. Fluida igitur, quo magis inflammabilia sunt, minusque phlegmatis continent, tanto minus attrahi a vitro videntur. Aqua etiam calida lentius & fere ad minorem altitudinem ascendit, quam frigida. Chemia abundat eiusmodi observationibus & experimentis; queis palam fit, pro corporum diversitate admodum diversas esse mutuas attractiones, & repulsiones. Sunt quædam fluida, quæ facile, ac cito inter se commiscentur: alia vix ac ne vix quidem; non nulli liquores aliis corporibus affusi frigus, alii calorem producunt: aliis adhærent, eaque humectant; aliis non item: aqua auro adfusa in superficie consistit: mercurius in partes in-

interiores penetrat. Tota ea diverſitas ſine dubio ex combinatione elementorum in varias moleculas earumque diverſa figura & conſtitutione pendet, de qua nil certi adhuc compertum eſt Phyſicis; atque hinc etiam differentia altitudinum in aqua, & ſpiritu vini derivanda eſt, quæque ſunt generis iſtius. Certe ſpiritus ſalis ammoniaci, & urina ad maiorem præ aqua altitudinem perveniunt in tubulis; & quidem ſal ammoniacum, cum volatile ſit, facile in altum eluctatur, levique attractioni cedit. Secundum experimenta a D. ZEIHER facta Petropoli, vitrum, quo plus ſalis alcalici continet, eo magis radios lucis refringit, ac maiorem proinde in eos vim exerit: cumque vitrum haud parum ſalis alcalici in ſe contineat; idem citius aquam, & liquores aquoſos, quam oleoſos, & pinques fortaſſis attrahit: res tota non niſi experimentis & obſervationibus decidenda eſt. Denique a probabilitate non abhorret, ſi ſtatuatur, eiusmodi phœnomena diverſa ab atmoſphæra electrica ſaltem quadam parte oriri; etſi enim electricitas artificialis phœnomena tuborum capillarium non turbet, vel immutet; tamen eadem cum denſiore & elaſtica atmoſphæra fluidi electrici, qua vitrum ambiri in ſtatu ſuo naturali docebimus, fortaſſis connexa ſunt, cum enim & ſpiritus vini, liquores inflammabiles atmoſphæra quadam & vapore elaſtico cingantur; iidem ad vitrum adplicati a propiore contactu arceri, vimque tractivam vitri quodam modo devitare poſſunt, ac debent. Similia iis, quæ adhuc expoſuimus, reſpondenda ſunt interroganti, cur aqua non aſcendat intra tubulos, quando interior ſuperficies oleo, vel ſebo inungitur; Eſt nempe immiſcibilitas quædam inter aquam, & materias oleoſas, pingues & inflammabiles. Ex ſequenti experimento confirmatur. Guttæ aqueæ immittantur in tubum capillarem, cuius inferior pars oleo vel ſebo inuncta eſt: eæ ad partem inunctam conſiſtent, nec ultra deſcendent. Igitur ipſe deſcenſus aquæ a pondere naturali ortus, qui magis ſenſibilis eſt, quam attractio vitri in minimis diſtantiis, per eiusmodi materias impeditur. Unde videtur concludi poſſe: non modo maiorem eſſe inter ipſas aquæ particulas, quam inter has, & materias pingues at-

tractionem (hoc enim posito nondum intelligitur, cur guttæ motum sistant) sed inter aquam, & pingues atque oleosas materias repulsionem obtinere; certe ad motum guttarum sistendum vis contraria requiritur. Eiusmodi repulsio, si in oleosis corporibus ea, de qua loquuti sumus, atmosphæra elastica admittatur, non difficilem explicatum habet. Hæ quidem coniecturæ, ad quas non pauca phœnomena nos deducunt, ut temere contemnendæ non sunt, ita nec pro certis positionibus iactari debent.

Posteaquam ostensum est, phœnomena tuborum capillarium per attractionem effici posse; sive eandem sufficientem esse caussam iis phænomenis producendis, eademque cum attractionibus specialibus, quæ minime finguntur, sed passim exeruntur reipsa a corporibus & tenuibus corporum particulis, consentire, haud ægre inducemus in animum, ut hypotheses, & caussas; quas alii alias atque alias adferunt, ceu fictitias, minimeque sufficientes, quales omnino sunt, agnoscamus, & repudiemus.

§. XL.

Propositio II. *Phænomena tuborum capillarium non proveniunt a caussis iis, quæ vulgo pro mechanicis adsignantur.* Probatur inductione, eiusmodi caussas aut fictitias esse, minimeque veras, cum earum existentia in natura comperta haud sit, aut esse penitus insufficientes.

I. *Asperitas vitri*, aiunt non nulli, *efficit, ut moleculæ fluidorum partibus prominentibus tuborum ceu gradibus utantur ad ascensum.* R. Asperitas corporum, uti omni motui, ita inprimis motui sursum tendenti, & directioni gravitatis opposito magis resistit, quam suppetias fert. Etsi dein eiusmodi asperitates sustineant fluidum, postquam id elevatum, aut tubulo infusum est; ad ipsum vero elevationis motum sane nihil conferunt; neque enim commoda per scalas ascendendi via in altum efferet corpus grave, nisi eidem vis quædam impendatur.

III. *Aer*, inquiunt alii, *dum ægre permeat angustias*

ſtias tuborum capillarium, fortius in aquam ſtagnantem, quam intra tubulum in columnam eius capacitati reſpondentem premit, hac autem inæquali preſſione fluidum elevari neceſſe eſt. R. 1. Experimenta tubulorum eadem in vacuo Boyliano; igitur aeris preſſio earundem cauſſa eſſe non poteſt. 2. Si aer intra cavitatem tubuli minus premit; cur obſtructo ſuperiore tubuli labro non aſcendit fluidum? aut ſi is intra tubulum rariore ponitur (quamquam id contra leges hydroſtaticas ponatur) ſane a fluido comprimi poſſet ac deberet; cum id ab exteriore aere fortius premeretur, & intra tubum adigeretur etiam obſtructo ſuperiore labro. Sed obſtat experientia. Reſiſtit igitur aer intra tubulum non minus, quam exterior premit; imo & aer in ipſo fluido contentus aſcenſum magis impedit, quam adiuvat; certe ſi aqua, aut quodvis aliud fluidum ab aere antea rite purgetur, altitudo in tubo obtinetur maior; hoc enim facto particulæ fluidi & inter ſe, & cum partibus tubuli arctius cohærent. 3. Nimium craſſas ſibi fingunt aeris moleculas, qui tranſitum per tubos capillares iisdem difficilem faciunt. Minima & inſenſibilis fiſſura, cuius interſtitium ne quinquageſimam quidem lineæ partem efficit, in tubo barometri copioſum aerem admittit, ut mercurius ad libellam vaſculi deſcendat. Si idem vaſculum mercurii ſtagnantis in tubum capillarem deſinat, mutationes altitudinum liberum aeris tranſitum palam faciunt BILFINGERO teſte.

III. *Plures eorum phænomenorum cauſſæ congeruntur a quibusdam, ac 1. Elaſticitas aeris intra fluidum ſe expandere conantis, & aſcenſum adiuvantis. 2. Mutua partium fluidi cohæſio. 3. Maior contactus eiusdem atque adhæſio ad parietes tubuli. 4. Denique atmoſphæra quædam corporum vorticoſe mota, quæ ſi alterius corporis atmoſphærulam contingat, quaſi in unam confluit cum ea, & corpora coniungat.* R. Concedo equidem, particulas fluidi, præſertim aquæ, & liquorum, qui plurimum aquæ continent, cohærere inter ſe mutuo, & adhærere vitro; verum hoc ipſum non cauſſis mechanicis, ſed mutuæ attractioni adſcribendum eſſe, ſupra oſten-

dimus. Quæ de atmoſphæra adduntur, fictitia ſunt, & longe diſcrepant ab iis, quæ paullo ante de atmoſphæra vitri, & corporum inflammabilium dicta ſunt, cum præſertim, ne in vacuo, aut aliis de cauſſis diſſipetur eiusmodi atmoſphæra, non niſi vi tractiva corporum effici poſſit. Motus vorticoſi nulla veriſimilis ratio, nulla analogia adferri poteſt. Nec vero aer intra fluidum latens adſcenſum iuvat, cum fluida aere purgata fere altius aſcendanr, uti paullo ante indicavimus. Nec vero aer ſeſe expandit, niſi ceſſante preſſione, aut novo caloris gradu inducto; neutrum habetur, quando tubulus immergitur fluido; cum is ex omni parte prematur ab incumbente aere atmoſphærico & premat æqualiter. Si autem aer libere permeat cavitatem tuborum capillarium, ætherem, puto, ad explicanda ea phœnomena non invocabunt; quapropter de eodem dicere, cum præſertim aliis locis dictum abunde ſit, ſuperſedeo.

Non prætereundum eſt, phœnomena tuborum capillarium ad explicandos complures naturæ effectus viam ſternere ; „ Hinc intelligimus, ait Muſſchenbrœck, quomo„ do aqua, & cum ea nutrimentum ad radices fibrilla„ res plantarum allatum a vaſculis earum ſubtiliſſimis ab„ ſorbeatur, ſurſumque feratur, pluvia illapſa in folio„ rum partes ſupremas, ros aſcendens, impactusque in „ foliorum latus inferius abſorbeatur a vaſculis abſorben„ tibus : ingrediatur folia, & ex iis totam perfluat ar„ borem aut plantam: tum quomodo fluida aut medica„ menta cuti humanæ extrinſecus adplicata per vaſa ab„ ſorbentia in corpus ſe penetrent : ut & quomodo perſpi„ rata in cavitatibus corporis ut in abdomine, thorace, „ pericardio, tum effuſa fluida in oculi cameris, cerebri „ ventriculis &c. a vaſis capillaribus tenuiſſimis abſorbe„ antur, & una cum reliquis corporis fluidis circula„ tionem obeant. „ Huc denique pertinent ſpongiæ, omniaque corpora ſpongioſa, ut panis, ſaccarum, ſal, fruſta panni, ellychnia &c. quæ liquores, quos una ſui parte contingunt, in alias non immerſas attrahunt.

CAPUT V.

De Operationibus Chemicis.

Operationes Chemicae dicuntur, per quas Chemici varii generis corpora mixta in suas partes dissolvunt, aut resoluta in pristinam formam, aliamve novam redigunt. Unde operationes illae generatim ad diacrisin, ut aiunt, sive resolutionem corporum, vel ad syncrisin, id est, compositionem eorundem referuntur. Ex variis eiusmodi operationibus, & experimentis innumeris, quorum explicatio in caussis mechanicis, uti adpellant, frustra quaeritur, ea maxime referemus, in quibus specialium virium indicia magis luculenta deprehenduntur.

§. XLI.

Observatio. Accipiatur argenti optimi pars, atque in spiritum nitri immittatur; incipiet illico exiguis bullulis tota eius superficies obduci, quae a spiritu graviore extrusae ascendent, novis semper iisque innumeris succedentibus. Primum quidem superficies argenti aspera reddetur, tum limbi inaequales fient; incalescet non nihil vitrum una cum spiritu, fumo faetido ascendente; tandem solvetur in invisibiles prope particulas argentum, modo sufficiens spiritus copia adsit, atque in spiritu quaquaversus dispersum ac per eius particulas distributum haerebit, ac sustentabitur. In hoc experimento praetermissis tantisper bullulis, calore orto, & fumo ascendente maxime consideranda sunt tria: *primo* dissolutio argenti in tenues particulas, quae antea magna vi cohaerebant. *Secundo* Distributio earundem per omnes partes spiritus nitri. *Tertio* sustentatio illarum in fluido, cuius particulae specifice leviores sunt particulis argenti, quae non obstante maiore pondere haerent in fluido, nec in fundum decidunt. Haec tria similiter observantur, quando ab aqua resolvuntur salia quaecunque, & gummata, a spiritibus acidis terrae alcalicae, & metalla varia, a spiritu vini corpora sulfurea, & resinosa. Sunt autem istiusmodi observationes certae, atque extra dubium positae, & saepissime repetitae.

§. XLII.

Definitio I. *Solutio Chemica* est corporis alicuius in partes minutissimas divisio facta ope alterius corporis fluidi, quod *menstruum* dicitur, cuius partibus minimæ particulæ corporis divisi æqua proportione miscentur, atque ab iisdem, ne pondere suo nativo decidant, sustentantur. In hac definitione, uti in observationibus atque experimentis, quibus eadem adcommodata est, tria potissimum spectanda sunt, paullo ante indicata, quæ genuinos solutionis chemicæ characteres coniunctim efficiunt; 1. partium corporis antea cohærentium dissociatio seu divisio. 2. Æquabilis distributio earundem per massam menstrui, ita, ut si capiatur pars menstrui centesima, in ea quoque pars centesima corporis soluti contineatur. 3. Sustentatio illarum intra menstruum, licet istud plerumque specifice levius sit corpore soluto.

Partes minimæ corporis a menstruo soluti in eiusmodi operationibus, quas hoc loco consideramus, & inter se, & ipsi corpori soluto homogeneæ sunt, atque a menstruo denuo separari, eademque ut antea erant, natura præditæ obtineri possunt. Idcirco eiusmodi solutiones vocantur superficiariæ. *Est enim aliud genus solutionum, quas* radicales *nuncupant, ubi corpora in partes heterogeneas, ac fere in elementa chemica resolvuntur. Omnis solutio chemica est quædam mixtio perfecta: non tamen quævis mixtio censenda est solutio; cum sæpe maiores etiam corporum partes inter se commisceantur, nec illæ necessario sustentari a fluido debeant. In fusione partes corporis fusi separantur quidem (uti in solutione) non tamen sustentantur ab igne; quapropter solutio chemica etiam a fusione differt, uti a divisione mechanica illa, per quam caussa dividens manet integra, ac corpus dividendum instrumentorum ope in partes minutas conscenditur cultris, aut in mortario contunditur, aut in scobem lima, vel in ramenta per radulam redigitur, aut denique in lamellas diducitur ope mallei & incudis, aut phalangarum.*

§. XLIII.

§. XLIII.

Propositio I. *Solutio chemica non fit per caussas mechanicas adhuc compertas, & passim assignatas.* Prob. Per eiusmodi caussas nec dissociatio partium antea cohaerentium in corpore soluto, neque earum aequabilis distributio & sustentatio in menstruo effici potest: ergo nec chemica solutio; consequentia est legitima ex §. praec. & ipsa notione solutionis chemicae. Prob. Ant.

I. *De partium dissociatione.* Ad mechanismum pertinet 1. Firmitas, impenetrabilitas, & apta figura e. g. cuspidata, vel cunei-formis particularum menstrui. 2. Apta proportio pororum corporis solvendi, & magnitudinis, ac figurae earundem particularum menstrui. 3. Debita istarum ad corpus solvendum adplicatio, ut e. g. minimae cuspides aut spicula vel cunei partium menstrui infigantur in poros corporis solvendi. Positis iam, & concessis hisce affectionibus mechanicis effici nondum potest dissociatio partium antea cohaerentium, nisi praeterea detur potentia quaedam motrix, quae cuneos & spicula introrsum adigat in corpus solvendum, eius partes ac latera pororum dimoveat, ac vi cohaesionis superandae par sit; nam hi cunei, vectes & clavi sunt instrumenta inertia, nec quidquam omnino virium habent, nisi a potentia activa & motrice agantur, & quodammodo animentur. Sit enim cuneus fissurae ligni infertus, aut clavus foramini parietis iam aperto infertus; neuter ob solam duritiem & firmitatem suam, ob figuram, & impenetrabilitatem atque adplicationem penetrabit in lignum, vel parietem, nisi potentia motrice impellatur. Porro in solutionibus chemicis, nulla potentia motrix *externa*, nulla caussa activa, quae *mechanica* dici solet, concipi vel assignari potest, quae disiunctioni partium antea cohaerentium efficiendae par sit, & sufficiens, positis etiam, quas supra recensuimus, affectionibus mechanicis particularum menstrui, & corporis solvendi. Atque istud iam est, quo demonstrato veritas propositionis intelligetur; demonstratur autem id inductione caussarum extranearum, quae adhuc compertae sunt, & pro mechanicis vulgo

ass-

assignantur. *Primo* Potentia motrix, quæ partium disiunctioni efficiendæ par sit, & sufficiens, non est *gravitas & pressio menstrui* versus corpus solvendum; nam pressio fluidi a gravitate orta, est ut altitudo columnæ incumbentis, & spectata quantitate menstrui prorsus exigua, quæ ad vim, qua particulæ e. g. argenti, cohærent, nullam rationem habet. *Secundo* Ea potentia motrix non est *pressio atmosphæræ* menstruo incumbentis. Nam quædam solutiones citius ac felicius fiunt in vacuo, quam libero aere. Præterea magna aeris copia in corporibus solvendis latet, uti bullæ ascendentes ostendunt; ut proin, quantum aer exterior particulam menstrui urget versus corpus solvendum, tantum resistat aer intra poros istius conclusus, & ob compressionem valde elasticus; si enim leges compertæ mechanices spectentur, latera pororum per cuneos & spicula menstrui dimoveri non possunt, quin aer & ignis post illa latera delitescens, & in plurimis corporibus valde constipatus non uno loco magis comprimatur ac antea, & compressioni vehementius etiam resistat. Denique pressio in menstruum, & corpus solvendum aliquando adjuvat, aliquando impedit solutionem, ut proin eadem pro potentia motrice statui minime possit. annosi bovis ossa (inquit SCHERFFERUS in Instit. Phys. P. I. Exercit. III. Art. I.) in aqua bulliente diutissime licet coxeris, durissima manent; sed si eadem in machina Papiniana coquas, pultem brevi referent. Nam construitur hæc machina ex metallo solido, impletur fere ad duas tertias aqua, dum operculum cochlea adcurate firmatur, ne aer interceptus exitum reperiat: is ubi supra aquam incaluit, sese ingenti vi expandit, aquam subiectam fortissime ossibus apprimit, & quia ab igne eius elementa potentissime agitantur, attritus maximus oritur, quo brevi tempore ossa emolliri necesse est. Sed cum sæpius (inquit cit. Auctor) solutiones in tubulis vitreis hermetice clausis, & satis crassis explorarem, contigit non raro, ut postquam pars metalli soluta esset cum effervescentia, & calore, pars integra maneret, donec aeri exitus daretur aperto tubulo; tum enim denuo cernebatur effervescentia, & residuum metalli solvebatur, idque tum in frustulis fer-

ferri, tum in cupri ramentis, in aqua forti æque, ac ſpiritu nitri fiebat. Nempe notum eſt, ingentem vaporum elaſticorum copiam naſci ex metallis ſolutis, qui cum egredi clauſo tubulo non poſſent, menſtruum nimium comprimebant, ſicque ſolutionem impediebant. Ex quibus manifeſtum fit, non ſemper compreſſione extrinſecus adhibita actionem menſtrui iuvari. *Tertio* Potentia motrix non eſt *motus inteſtinus particularum menſtrui*, *neque ignis;* Nam modicus ille calor, qui in menſtruo ante ſolutionem ineſt, partium disiunctioni efficiendæ minime ſufficit, quia corpora ſolvenda ceu argentum, & cuprum, intenſiſſimum calorem, & immediatam actionem ignis, qui potentiſſimus motor eſt inter cauſſas extraneas & mechanicas, ſæpe diu, & ſine læſione ac ſolutione ſuſtinent. Dein calor notabilis non niſi cæpta iam ſolutione exoritur, qui tamen relate ad vim cohæſionis perexiguus eſt; imo aliquando etiam frigus deprehenditur in eiusmodi operationibus. Hæ ſunt igitur cauſſæ adhuc compertæ, quæ pro mechanicis aſſignari ad explicandas ſolutiones chemicas ſolent; atqui hæ penitus inſufficientes ſunt disiunctioni partium efficiendæ; quapropter nec pro veris cauſſis & genuinis haberi poſſunt vi legis primæ philoſophandi. Sane cauſſæ mechanicæ, uti vulgo cenſentur, quæ activæ ſunt, non niſi impulſu agunt, qui in ſolutionibus locum non habet; nam is quidem ad ſuperandam cohæſionem metallorum vehementiſſimus ſit oportet, quo eadem loco moveri, & centrum gravitatis eorundem progredi deberet, refragante experientia. Dictum eſt hactenus de partium disiunctione; reliquum eſt, ut de æquabili diſtributione earundem, & ſuſtentatione in menſtruo dicamus.

II. *De æquabili diſtributione partium corporis ſoluti, earumque ſuſtentatione in menſtruo.* Nulla lex mechanices, nulla cauſſa, quæ pro mechanica habetur, concipi poteſt, qua particulæ menſtrui, & corporis ſolvendi *æquabiliter* inter ſe diſtribuantur, ita ut pars centeſima menſtrui partem centeſimam corporis ſoluti contineat, aut parte ſolutionis in aliud vas effuſa, defectus ponderis non menſtrui tantum, ſed corporis eti-

am

am soluti massæ exacte commensuretur. Nam si particulæ corporis soluti specifice leviores sunt menstruo, quomodo deorsum & in partibus inferioribus fluidi hærent? si specifice graviores, quomodo sursum eluctantur? si eiusdem sunt gravitatis specificæ, quomodo ad latera, & deorsum, & sursum æquabiliter dispergunttur? Dein secundum leges hydrostaticas specifice graviora fundum petunt, leviora enatant: contrarium observatur in solutionibus chemicis; nam corpora soluta plerumque graviora sunt menstruo suo, veluti gummata & sales aqua graviores, resinæ & olea spiritu vini, metalla spiritibus acidis. Igitur sustentatio partium corporis soluti in menstruo non fit mechanice, sive per leges mechanices adhuc compertas, quæ eidem potius adversantur.

§. XLIV.

Respondetur ad Argumenta Contraria.

I. *Aqua, dum calefit, ad singulos gradus caloris novam portionem salis dissolvit; & universe calor partes corporum disiungit ad maiora interstitia, easque demum penitus a se removet: ergo calori & igni tribuendus est motus, qui in particulis menstrui, velut totidem cuneis ad solutionem requiritur; certe corporum solutiones per menstrua fere coniunctæ sunt non modo cum eiectione bullarum, verum etiam cum vehementi effervescentia, ebullitione, & calore intenso.* R. ad 1. memb. antecedentis: Aqua calida plus salis solvit, sed ubi frigescit, illud omne sal, quod ratione caloris solvit, iterum deponit ad fundum, nec nisi determinatam eius quantitatem retinet suspensam etiam dissipato calore; ut adeo quidquid pure mechanice solvitur, cessante actione mechanica iterum præcipitetur. Ad 2. membr. Ant. Calor sine dubio promovet solutionem, quia poros corporis solvendi laxat, vim cohæsionis eiusdem aliquantum imminuit, & particulas menstrui ad idem aptius, vel copiosius adplicat. Verum spectata cohæsione corporum solvendorum, quæ longe maiorem, quam in eiusmodi solutionibus observatur, calorem sine læsione sæpe sustinent, & considerato modico calo-

ris

ris gradu, qui ante inceptam operationem deprehenditur, & brevitate temporis, intra quod solutio peragitur, is calor partium disiunctioni efficiendæ minime par & sufficiens est. Non potest igitur caussa pro genuina haberi, quæ phœnomenis, de quibus agitur, producendis haud sufficit. Accedit, quod intra ipsam mixtionem frigus aliquando augeri notetur, cum interea calidi fumi supra ipsius superficiem ascendant. Acute, atque ad hunc locum adposite n nnulli argumentantur ex vegetationibus chemicis, uti adpellant, vel operibus iis; quæ arbustorum speciem, vel quamcunque alterius plantæ formam, ac similitudinem referunt, uti cum particulæ quorundam metallorum, quæ chemice primum soluta, tum a suo menstruo per artem denuo separata, ac præcipitata sunt, eiusmodi arborum vel plantarum figuras induunt. Sic teste LEMERY, si uncia argenti solvitur in duabus vel tribus unciis spiritus nitri, ac solutio evaporet in igne arenæ ad medietatem, affusis dein 20 unciis aquæ, & 10 mercurii, spatio 40 dierum nascitur arbor, cuius ramusculorum extrema globulosa speciem fructus exhibent. Et hisce vegetationibus huiusmodi argumentum conficitur ad propositum scopum. Etsi in vegetationibus chemicis particulæ salinæ, & fluidæ menstrui adsint, tamen calor & ignis ope earum particularum non sufficit iis plantis & arboribus disiiciendis, in quibus tamen modica partium cohæsio inest, ut levi concussu phialæ disiiciantur: igitur ignis iisdem instrumentis non potest efficere, ut argentum aut cuprum in minutissimas partes, quarum maxima cohæsio est, discerpatur. Copia spiculorum menstrui & in solutionibus, de quibus agimus, & in vegetationibus chemicis æqualis esse potest, & gradus caloris adhibito thermometro in una operatione non advertitur maior, quam in altera. Neque dicas, vegetationem chemicam iam esse corrosam, & liberum transitum præbere particulis menstrui; ob quam caussam ab igniculis disiici non debeat. Nam etsi materia vegetationis corrosa, & comminuta sit, tamen relate ad particulas salinas menstrui ab igne impellendas adhuc partes satis crassas, satisque resistentes habet. Dein eo ipso, quod corrosa sit,

fit, eius partes facilius impelli, & fingulæ post fingulas disiici possent, totaque vegetatio demum interire deberet, nisi fortassis in hunc modum concludas argumentum: vegetatio non dissolvitur, quia facilius dissolvi potest. Denique fine omni ratione sufficiente & similitudine veri fingitur, particulas salinas vegetationi non tam apte adplicatas esse, uti argento, vel metallo solvendo; cur enim in altero casu spicula illa & cunei penitus otientur, aut absorpti fint, in altero apte adplicentur corpori solvendo?

II. *Fieri potest, ut partes corporis soluti ob adhærentes sibi leviores particulas eandem cum menstruo gravitatem specificam acquirant, ac proin quovis loco intra fluidum sustententur, & in ipso intestino motu solutionis quaquaversus distribuantur. Ergo distributio illa & sustentatio mechanice potest explicari.* R. 1. Hæc ipsa adhæsio fine attractione a vulgari mechanismo distincta non intelligitur. 2. Partibus soluti nihil adhærere potest, nisi particulæ menstrui, ceu aquæ salibus, & particulæ salinæ metalli partibus: cum igitur & salia & partes metalli graviores fint aqua, non intelligitur, quomodo par leges mechanicas eædem in aqua sustententur. Aerem quidem, & vapores elasticos ex corpore solvendo erumpentes maximam partem extra solutionem eiici, ostendunt bullæ, & fumi ascendentes: quidquid vi caloris solvitur, & per menstruum agitatur, eo cessante iterum subsidit, uti partes terreæ & arenosæ in aqua turbida dispersæ cessante eius agitatione fundum petunt. At vero partes corporis soluti longiori quoque tempore hærent in menstruo, nec nisi præcipitatione, de qua postea differemus, ab eo liberari possunt.

III. *Sustentatio partium corporis soluti provenit a viscositate menstrui: viscositas autem ad affectiones mechanicas fluidorum pertinet: igitur ea sustentatio fit mechanice.* R. Etsi viscositas ad affectiones mechanicas fluidorum referatur, tamen ea caussam habet minime mechanicam, sed ab attractione pendet, uti supra demonstratum est. Præterea manente viscositate fluidi præcipitatio fieri potest, uti si in solutionem argenti & spiri-

ri-

ritus nitri immittatur cuprum. Porro caussa, qua permanente eadem effectus non manet, nequit esse genuina.

IV. *Vapores corporum terrestrium sustentantur in aere, etsi specifice graviores sint: igitur & particulæ corporis soluti in menstruo leviore sustentari possunt.* R. 1. Ascensus vaporum & sustentatio eorundem perdifficilem explicatum habet, & si ad leges hydrostaticas reduci nequit, similem fortassis caussam requirit, quam solutio chemica, aut ascensus fluidorum in tubos capillares, vel electrica phænomena. Utcunque sit, ex re æque, aut magis incerta & obscura nulla firmitas aut lux præsenti tractationi conciliari potest. 2. Sustentatio vaporum in aere non est constans. In atmosphæra enim æque continua est præcipitatio, quam elevatio vaporum; & calidi quidem vi ignis ascendentes, quamprimum satis constringuntur, recidunt una cum aliis heterogeneis particulis, forma roris, pluviarum, nivium: ingentem eorum partem imbibunt corpora sicca, dum aer humet, ut adeo vapores non ita suspensi in aere dici queant, uti partes corporis soluti in menstruo sustentantur.

V. *Dici potest, solutiones peragi reipsa legibus & actionibus mechanicis, sed adplicationem esse ignotam: ergo eædem leges. & actiones reiici haud possunt.* R. Fateor, multa fieri mechanice, quæ explicari a nobis haud possunt, propterea quod adplicatio corporum, aut minimarum particularum nobis ignota sit. Sed enim ex dictis patet, caussas mechanicas solutioni efficiendæ minime pares & proportionatas esse, effectum esse maiorem quavis potentia mechanice agente: suspensionem partium corporis soluti legibus mechanicis omnino repugnare, & alia vi maiore indigere: particulas salinas eidem liquori innatantes, eodemque igne agitatas dissolvere metalla, non dissolvere vegetationem chemicam, ut proin similibus positis caussis nunc effectus sequatur, alias non sequatur; imo tunc sequatur, cum maior est resistentia: non sequatur, dum est minor. Hæc profecto legibus mechanicis repugnant, neque duntaxat ignorationem adplicationis produnt.

F §. XLV.

§. XLV.

Propositio II. *Solutiones chemicæ a viribus corporum internis, & quidem attractivis specialibus pendent.* Prob. Solutiones chemicæ pendent 1. *a vi quadam positiva;* quia vis cohæsionis, quæ sæpe permagna est in corporibus solvendis, sine vi contraria & positiva non superatur. 2. pendent *a vi interna corporum*; quia a caussis extraneis & legibus mechanicis adhuc compertis & vulgo assignatis minime proveniunt, uti Propositione præc. ostensum est. 3. pendent a *vi attractiva:* nam actio, quæ in solutionibus chemicis exeritur, eiusmodi est, ut per eam minimæ particulæ corporis soluti ab aliis homogeneis avulsæ cum particulis menstrui intime commisceantur, atque cohæreant: igitur vis, unde actio illa proficiscitur, ad mutuos accessus tendit, sive attractiva est. 4. pendent a vi attractiva *speciali;* nam ea non nisi in minimis particularum menstrui & corporis solvendi distantiis sese exerit, multoque maior est (uti ipsa vis cohæsionis corporum) actione gravitatis universalis. Ex his perspicue intelligitur, attractionem eo, quo a nobis sumitur, sensu pro genuina caussa solutionum chemicarum habendam esse; quippe quæ minime fictitia, sed omnino vera est, & phœnomenis explicandis sufficiens; id quod uberius declarabit ipsa

§. XLVI.

Explicatio Phœnomenorum.

I. *Non omnia menstrua solvunt omnia corpora, sed quæ solvendis unius speciei corporibus idonea observantur, alia alterius speciei illæsa & integra relinquunt. Aqua proprium omnium salium & gummatum menstruum est, resinosa non solvit. Aqua fortis ex nitro & capite mortuo vitrioli destillato constans solvit argentum, non item aurum: aqua regia ex spiritu nitri & salis certa quantitate iunctis solvit aurum, non item argentum. Relate ad metalla fere omnia menstruum speciale est mer-*

cu-

curius, a quo illa in pultem metallicam resolvuntur, quæ operatio Amalgamatio *dicitur*. Ut istius & sequentium phœnomenorum rationem perspicias, nota *primo*: quoniam solutio chemica ab attractione pendet; hinc, ut per eam vis cohæsionis, quæ pariter ab attractione mutua partium corporis solvendi oritur, superetur; necesse est, ut particulæ menstrui a corpore solvendo eiusque partibus maiore vi trahantur, quam sit vis mutua, qua partes solvendi corporis se trahunt, & inter se cohærent; sic enim hæ partes disiungentur a sese, & a massa reliqua, & ambientur a particulis menstrui ad id usque intervallum, ad quod earundem vis attractiva exporrigitur; & quoniam istud intervallum perexiguum est; hinc quævis pars seu molecula soluti a menstrui particulis circumfusa & veluti saturata non nisi certam menstrui quantitatem attrahet; reliquam partem relinquet aliis moleculis, atque aliis pariter avellendis a corpore solvendo; quod proin discerpetur totum, & in plurimas moleculas a menstruo ex omni parte circumdatas dividetur; cumque attractio inter moleculas solidi & particulas fluidi vim gravitatis, qua eædem solidi moleculæ deorsum tendunt, longe superet, hinc suspensæ hærebunt in fluido. Ut porro æquabiliter distribuantur per omnes fluidi columnas, ne plures solidi moleculæ in una sint, quam columna alia, legibus mechanicis pressionis videtur adscribi debere præsertim si menstruum nondum saturatum sit, sive non eam solvit quantitatem corporis solidi, cui solvendæ vi quantitatis suæ par est. Ideam huius rei efformare licebat ex F. VIII. T. I. ubi a, a, a repræsentant moleculas corporis soluti a menstrui particulis undique cinctas. Nota *secundo*. Quia de ingente diversitate figurarum, magnitudinum, densitatum, & proportionum, quas corporum exiles moleculæ habent; innumeris experimentis & observationibus manifesto constat; dubium non est; quin ad chemicas; etsi eædem ab attractionibus pendeant, certæ figuræ, magnitudines, & proportiones inter particulas corporis solvendi, ac menstrui requirantur. Hinc si accipiatur spiritus nitri fortissimus, is vix aliquid ex argento vel plumbo solvet: concrescunt enim salia in

exiles glebulas, quæ a poris eorum metallorum excluduntur. At si eiusmodi spiritus aqua diluatur, nascitur illico quædam ebullitio, calor, solutio promtissima, quod scilicet divisis maiusculis moleculis spiritus tenuior evadat, aptusque penetrandis metallis. Hisce præmissis, quæ quidem ad reliqua deinceps phænomena æque pertinent, haud difficulter concipi potest, cur non omnia menstrua solvant omnia corpora. Ad solutionem enim requiritur, ut moleculæ corporis solvendi magis attrahant menstruum, quam eædem se trahunt, & cohærent mutuo, & magis etiam, quam menstrui particulæ sese trahunt. Quantitas istiusmodi attractionis in variis corporibus & menstruis maxime varia est, uti figura, magnitudo, densitas particularum, aut proportio inter poros unius corporis & particulas alterius admodum est diversa. Etsi porro nihil istorum omnium distincte explicari a nobis & determinari possit; tamen cum eadem comperta sint, atque indubitata, nemo non intelligit, analogiæ naturæ, & legibus ex observationum & experimentorum innumerabili copia collectis conformius esse, ut non quodvis corpus a quovis menstruo, sed aliud ab alio solvatur.

II. *Quodvis menstruum non nisi determinatam solvendi quantitatem e. g. aqua non nisi certam salium portionem solvit, ita ut, siquid ejusdem generis præterea immittatur in menstruum, illud in fundum decidens insolutum maneat.* Nempe particulæ menstrui a moleculis corporis solvendi attractæ, iisque veluti adstrictæ a nova quantitate corporis solvendi non iam fortius trahuntur, quam a moleculis iis, quibus adhærent. Hæc igitur nova quantitas menstruo destituta, insoluta manet. Hinc menstruum certa quantitate corporis solvendi *saturatum* dicitur, quando omnes eius particulæ aliquas moleculas corporis solvendi complexæ sunt, & cum iis in exiguas massulas coaluerunt. Hoc non obstante *fieri non raro observamus, ut menstruum certa quantitate unius speciei saturatum, alterius speciei portionem quandam solvat; uti solutio nitri probe iam saturata partem salis communis, & post hanc insuper portionem salis ammoniaci adhuc resolvit.* Quo casu dicendum, moleculas

novæ

novæ ſpeciei fortius agere in particulas menſtrui, præſertim a centro moleculæ, cui antea adhærebant, magis diſtantes, & propterea minore vi adhærentes, quam moleculæ prioris ſpeciei in illas agebant. Atque ita menſtruum etiam novæ ſpeciei certa quantitate ſatiari poterit, præſertim ſi iſtius moleculæ exiliores fuerint, & ad minus intervallum vim exerant, quam priores antea ſolutæ, uti moleculæ ſalis communis, cuius quædam portió a ſolutione nitri iam probe ſaturata adhuc reſolvitur, reipſa exiliores moleculis nitri ſunt.

III. *Pro æquali quantitate diverſorum ſolvendorum non æqualis, ſed varia menſtrui quantitas requiritur.* Ratio petenda eſt ex diverſa vi cohæſionis corporum ſolvendorum, & diverſa attractione, quam in menſtruum exerunt; ſi nempe vis cohæſionis paullo maior eſt relate ad vim, qua menſtruum trahunt, & ſi præterea ad maius intervallum agunt in menſtruum, neceſſario maior copia menſtrui requiritur ad perfectam ſolutionem; & quoniam a quavis molecula corporis ſolvendi plures menſtrui particulæ trahuntur, idcirco *quantitas menſtrui plerumque excedere debet quantitatem corporis ſolvendi.*

IV. *Volumen ſolutionis aliquando idem, aliquando minus eſt eo, quod ſummæ corporis ſolvendi, & menſtrui debetur.* Id a magnitudine molecularum corporis ſoluti, & a proportione pendet, quam ad interſtitia naturalia menſtrui habent: ob has enim cauſſas eæ recipi in interſtitiis aut ex illis excludi debebunt. Fieri etiam poteſt, ut e ſoluti moleculis magnitudine differentibus aliæ interſtitia menſtrui occupent, aliæ non occupent.

V. *Motus inteſtini, & effervеſcentiæ in ſolutionibus oriuntur* ob partes aeris & ignis, aliasque materias elaſticas intra corpus ſolvendum antea conſtrictas, & ſoluto nexu erumpentes, maximaque vi expandentes ſeſe; unde vehemens omnium partium attritus; agitatio, indeque calor, & effervеſcentia progigni debet.

Pluribus verbis egimus de ſolutione chemica, ut ex dictis ſimilia argumenta confici de aliis chemicorum operationibus queant, Quas celerius nunc expediemus

§. XLVII.

Definitio II. *Praecipitatio* est separatio molecularum corporis soluti a suo menstruo; fitque hisce potissimum modis:

I. *Abstractione menstrui*, quando id simplici evaporatione, vel destillatione ope ignis abstrahitur; tunc enim moleculae corporis soluti suo menstruo spoliatae vi mutua in maiores denuo massulas coibunt,& fundum petent.

II. *Adiectione tertii corporis, quod particulas menstrui fortius trahit, quam eaedem trahuntur a moleculis soluti.* Hoc modo soluta ab acidis apposito alcali praesertim fixo praecipitantur e.g. aurum in aqua regia solutum affuso oleo tartari, quod salinum alcalicum est, deiicitur in fundum; cum enim acida cum alcalicis maximo impetu congrediantur, moleculae auri liberatae acido, quo vinctae, & suspensae tenebantur, sponte sua decident.

III. *Adiectione novi corporis, quod fortius trahit moleculas soluti, quam istae suum menstruum trahebant, vel ab eodem trahebantur.* Salia alcanina fortissime trahunt aquam ex ipso circumfuso aere humido, a qua & solvuntur. Capiatur enim uncia siccissimi salis tartari; ea in cella clausis fenestris, portisque, ne aer agitetur, brevi ex eodem tres uncias aquae ad se trahet, a quibus & solvitur teste Musschenbroekio. At, natant in aere, inquit idem, praeter aquam etiam sales ab eadem soluti. Hi a corporibus terrestribus fortius attrahi possunt, & idcirco aerem humidum, qui ipsos prius solverat, relinquere, atque in ea corpora praecipites ire cogentur. Metalla non nulla veluti ferrum, & cuprum, sunt huiusmodi salium aereorum magnetes: sales proinde ex aere trahunt ad se & ab ipsis solvuntur, constituentes rubiginem, & aeruginem, quae copiosissime fit, ubi aer sale praegnans est; nequaquam, ubi aer purus sale vacat.

IV. *Attenuatione menstrui, & novi corporis adiectione, a quo magis id trahatur, quam a priore soluto.* Solutio argenti in spiritu nitri diluatur aqua pluvia destil-

ſtillata : dein ſolutioni immittatur lamella cuprea. Illico moleculæ argenti cum acido nitri ad immiſſam lamellam omni ex parte rapientur, illamque inſtar vaginæ cingent: cuprum vero ſolvetur. „ Atque ſi mi„ croſcopiis luſtratur in hac operatione liquor (inquit „ BOERHAAVE operationum chemic. Part. 3. in foſſi„ lia Proceſſu 185) videtur clare, maſſulas argenti „ cum acido nitri rapi violente ad immiſſam lamellam „ ex omni puncto liquoris ſoluti argenti. Quando au„ tem ſpicula hæc adpellunt ad æris ſuperficiem, aci„ dum trahitur in cupri particulam; argenti particula „ acido ſpoliata ſtat ante cuprum in ſuperſicie, ibique „ ab aliis ſimilibus accedentibus aucta tandem vagi„ nam illam mollem componit, fitque hæc attractio „ tam nitide, ut ne minimum argenti maneat in priore „ ſolutione. Ergo æs trahit fortius acidum nitri, „ quam argentum; quare actio hæc attractione & cri„ bratione acidi ex corpore liquidi conſtat: tranſit „ acidum per æris poros: ſtant ante hos liberatæ par„ ticulæ argenti, introire impotentes. Iucundior alia „ vix eſt ſpeculatio, quam hæc per microſcopia. A„ cidum nitri argento immutatum perſiſtit, in cupro ta„ le perfectum colligitur, inde iterum educendum.„ Hoc ſane experimentum ſpeciales attractiones,dequibus agimus, manifeſto evincit. Ac primo aqua menſtruum diluit, magisque attenuat, & cum eo mixta vim attractivam minuit, qua cum moleculis ſoluti argenti cohæret. Hinc vis attractiva cupri tanto magis prævalere poteſt, & menſtrui particulas una cum moleculis ſoluti levius iam adhærentibus ad ſe trahere. Si dein illæ ad cuprum propius acceſſerint, a quo validiſſime trahuntur, reiectis moleculis argenti eidem inhærebunt ex omni parte, idque diſſolvent. Moleculæ autem argenti ſuo menſtruo liberatæ, vi quadam attractionis, quæ in omnibus corporibus datur, adhærebunt undique ad cuprum inſtar vaginæ, donec vel modica concuſſione deiiciantur, aut cupro iam ſoluto ſponte decidant. Qui vires attractivas ſpeciales non agnoſcunt, quo mechaniſmo iſtiusmodi phœnomena, quibus abundat univerſa chemia, effici dicent? quid moleculas argenti ad lamellam cupream ex omni parte tam violente

abripit? si spicula nitri lamellæ cupreæ infixa motu intestino, aut pressione atmosphæræ tanta vi introrsum aguntur, ut partes cupri tam firmiter cohærentes dissocientur; cur eo motu vel pressione non pariter disjicitur illa vagina argenti, quæ cingit lamellam cupream, quæque levi lamellæ concussu decidit? cur argentum, antequam cuprum immittatur, manet suspensum, & dispersum in fluido, quo gravius est? cur dein soluto paulatim cupro præcipitatur, & manet suspensum, ac dispersum cuprum? si motu intestino menstrui moleculæ argenti sustentantur, cur soluto cupro non sustentantur? denique si cuprum excutit particulas nitri ex argento; cur non vice versa & mutuo? cum sit idem menstruum eodem motu agitatum, eadem congruentia pororum, figura salium &c.

Sunt fortassis & alii modi, quibus præcipitatio effici potest. Verum hæc quidem ad propositum finem penitus sufficiunt. Illud animadvertendum, moleculas soluti, quando præcipitatur, non omni penitus menstruo spoliari; cum eius particulas proxime sibi adhærentes fortissime trahant. & cum his non raro de moleculis corporis præcipitantis quidquam abripiant; aurum sale alcalico præcipitatum speciem nigri pulveris refert. Argentum a cupro præcipitatum calcem exhibet, quæ dein abluta, totam fere argenti portionem, quæ solvenda præbebatur, puramque exhibet, si ad ignem rite fundatur. Uti vero argentum præcipitatur cupro, ita cuprum a ferro soluto, ferrum a zinco: zincum per adiectos oculos cancrorum: hi per spiritum urinæ; cui si affuderis sal alcali fixum, rapietur ad hoc nitrum excusso sale urinoso, qui utpote levior sursum enatabit. Similiter oleum tenuissimum, quod cum aqua intime permistum spiritum vini constituit, affuso ad hunc sale alcalico fixo, penitusque sicco, ab aqua purgatur ac separatur, ac superius in ea innatat.

§. XLVIII.

Definitio III. *Chrystallisatio* fit, quando sales aqua soluti ea evaporante in duras & pellucidas massulas coeunt, quarum figuræ polygonæ, & in variis salium

um speciebus variæ, in singulis autem fere constantes, ac regulares sunt. Nam sal marinum constat pyramidibus basis cavæ, & quadrangularis: nitrum parallelopipedis sexangulis: sal commune cubum format: sal hellebori albi rhombum: vitriola sunt rhomboidæa: alumen octogonum: alia alias figuras sibi vindicant. Imo si duæ salium species e. g. vitriolum viride & alumen solvantur in aqua, misceanturque, in suas propias chrystallos, non in tertium quoddam salis genus abeunt. Hæc Phœnomena certa sunt, & si experimentum rite fiat, constantia. De iis agunt BACKERUS de usu microscopii, MUSSCHENBRŒKIUS in Instit. Phys. NEWTONUS Q. 31 optices; Hist. Acad. Parisin. ad annum 1736.

§. XLIX.

Propositio III. *Chrystallisatio non fit caussis & legibus mechanicis, uti eæ vulgo censentur, sed positis certis exiguarum corporum particularum ab vi attractiva earundem pendet.* Prob. Regulares & constantes figuræ, in quas sales e solutione præcipitati coeunt, vim quandam poscunt determinata certaque directione, & motus quantitate agentem; nam sine vi quadam non intelligitur, cur moleculæ salium quaquaversus in fluido dispersæ eodem evaporante in massulas cohærentes abeant: & sine vi, determinata certaque directione & motus quantitate agente, nulla habetur ratio sufficiens, cur eædem moleculæ non temere inter se coeant, sed legitimo quodam ordine in figuras regulares & constantes coalescunt. Porro eiusmodi vis in caussis & legibus mechanicis, uti eæ vulgo censentur, nulla omnino inest; nam fluidum menstruum evaporatione abstractum, quale quale ponatur, moleculas salium dispersas relinquit: igniculi motu incerto ac perturbato feruntur, & loca frigidiora petentes salia temere impellunt nulla lege, nullo ordine, nulla certa directione, & quantitate motus. In sola figura minimarum salis molecularum, utcunque ea constans & regularis ponatur, nihil virium, & activitatis inest, unde debitus compositionis modus, & conformatio in regula-

res maſſulas intelligatur. Non video, quid excogitari præterea a Philoſophis mechanicis queat ad explicandum hoc phœnomenon tam admirandum. Quapropter cum attractiones ſpeciales a vulgari mechaniſmo, a legibus inertiæ, & ab ipſa generali, ac mutua gravitate plurimum diſcrepantes & ex hoc loco, & innumeris aliis comprobentur, ſtatuendum eſt *primo* exiguas ſalium diverſorum moleculas diverſa figura, magnitudine, denſitate &c. conſtare: *ſecundo* eisdem ineſſe vires attrahentes mutuas, quæ denſitati earum, & propiori vel remotiori, maiori aut minori contactui proportionales ſint. Atque hæc ex conſenſu aliorum phœnomenorum, & plurimis obſervationibus ſatis comperta ſunt. His autem poſitis intelligitur, cur illæ moleculæ in quibusdam ſuæ ſuperficiei partibus magis ſe attrahant, quam in aliis, cur determinata, certaque directione & celeritate, aut vi certa compoſita inter ſe, atque adeo non niſi certo ordine, ac lege in peculiares certasque figuras coeant, niſi earum vis mutua motusque quacunque demum ratione aliunde turbetur.

Similia de glacie, & expanſionis, qua pollet, cauſſa, ſupra expoſuimus, ut adeo uterque locus ex analogia, & conſenſu phœnomenorum eiusdem generis plurimum confirmetur. Cætera huc pertinentia explicare facile eſt; ac primo *ſalia pelliculam in vaſe efformant. Nam fluido ex ſuprema ſuperficie vi caloris primum abſtracto, ſalium moleculæ vi mutua arctius denuo iunguntur, & cruſtam tenuem ſeu pelliculam formant, quæ non ſtatim in fundum decidit tum quod levi pondere, & ſatis magno volumine aquæ cohæſionem ægre vincat, tum quod lateribus vaſis inſtar operculi mobilis adplicata cedere nequeat, niſi totum fluidum inferius cedat, aut cruſta rumpatur, uti contingit re ipſa, poſteaquam ſpiſſior effecta eſt. 2. Etſi multum fluidi iam evaporarit, non formantur chryſtalli, niſi ſolutio loco quieto & frigido ponatur, ac tum, quo frigus eſt maius, eo maiores obtinentur Chryſtalli: nam caloris motu perturbato, aliove extrinſecus adveniente vis mutua & directio moleculárum turbatur. Ex eadem cauſſa ſi nimis celeriter, & ad ſiccitatem usque evaporet fluidum, nulli* chry-

chryſtalli regulares naſcuntur, e contrario quia fundus & latera vaſis præ fluidi partibus frigeſcunt, chryſtalli maxime iis partibus adhærent; denique quo viſcidius eſt fluidum, eo difficilius moleculæ ei innatantes mutuis viribus. certisque directionibus obſequuntur. Quoniam in vacuo Boyliano, & vaſe probe occluſo exigua aut nulla evaporatio eſt, nec chryſtalli ibidem generantur. Ex his denique, & ſimilibus principiis vegetationes chemicæ ortum, explicatumque habent.

§. L.

Definitio IV. *Fermentatio* ſenſu ſtrictiore accepta hosce characteres continet: eſt *motus inteſtinus*, etſi prima illius cauſſa extrinſeca aliquando ſit. 2. *Corporis mixti;* nam motus inteſtinus vehemens & tumultuarius in corpore homogeneo ceu aqua, aut inter partes homogeneas corporis mixti, adpellatur *ebullitio*, uti cum metalla fuſa, hoc eſt, vi ignis in partes homogeneas ſoluta ebulliunt. 3. *Quo prior miſcibilium primitivorum corpus mixtum componentium unio ſolvitur, atque dein novus compoſitionis modus inducitur.* Fermentatio proin continet ſolutionem *radicalem*, quæ fere cum præcipitatione quarundam ſolutarum particularum, & evaporatione aliarum coniuncta eſt; Novus compoſitionis modus ac proinde generatio novi mixti habetur, quando vel non omnes primigeniæ partes, quæ prius aderant, vel non æque craſſæ, aut non eadem quantitate & proportione novum mixtum ingrediuntur. Cenera fermentationis ſumma duo ſunt, *humidum*, quando ſolutio radicalis ſolam aquam naturali calore fluentem pro principio immediato & primo habet: & *igneum*, in quo ignis iam flamma conſpicuus ſolutionis radicalis & totius fermentationis initium determinat. De hoc genere tractandi alius ſuppetit locus præſenti aptior. Humidæ fermentationis tres ſpecies ſunt: 1 *fermentatio vinoſa*, qua generatur fluidum, quod liberalius hauſtum inebriat, ceu vinum, cereviſia, muſtum ex pomis expreſſum &c. quæ deſtillatione adhibita exhibent ſpiritum ſulfureum, oleoſum & imflammabilem cum phlegmate copioſo. 2. *Fermentatio acida*, qua flui-

fluidum producitur acidum, acre, subpingue. 3. *Fermentatio putrida*, qua separatis antea per evaporationem, & præcipitationem oleo sulfureo teneriore, & sale acido relinquitur corpus sale urinoso volatili solo vel cum sulfure fœtentè mixtum. Quoniam corpora ab una fermentatione triplicis istius generis sæpe ad aliam transeunt, idcirco eædem non tam diversæ species, quam totidem gradus sunt, quorum alter alterum quodam ordine consequitur. Uti vero illæ vel ab ipsa corporum natura citra adminiculum artis, aut e contrario artis opera producuntur; ita fermentationes adpellantur *naturales*, vel *artificiales*.

Ad fermentationes fere revocantur effervescentiæ seu motus intestini subitanei; tumultuantes, qui cum agitatione partium sensibili, fumo, & non raro cum luculenta flamma conuncti sunt. Verum hæc quidem fermentationis quædam ut aiunt, accidentia censentur. Proposita iam hac idea fermentationis quædam observationes sunt addendæ, tum ut ex iis de similibus naturæ operationibus cognitio colligatur, tum ut vires a mechanismo distinctæ confirmentur.

§. LI.

Observatio I. Vegetatio plantarum, alimentitii succi præparatio, & maturatio frugum non nisi fermentatione perficitur. Nam semina ex germine, & involucro farinaceo (apta fermentationi materia) constant. Dein primo acidum, tum subtile oleum sulfureum, ex alimento aereo, quod per foliorum tubulos attrahitur & ex terrestri per radices attracto plantis præparatur, ut adeo fermentatio in plantis ab acida incipiat, ex qua ad vinosam proceditur; nam succus omnium fere plantarum primo acidus est, & austerus, progressu autem temporis plus olei in earundem vasis reperitur. Fructus quoque nondum maturi primo acidi sunt, ac tum primum dulce oleum ferunt, postquam fermentando magis sunt excocti.

II. Mustum botris expressum primo fere fit vinum: dein acescit haud difficulter, ac putrescit denique

que ſeu in fætentem vappam abit. Idem contingit cerevisiæ, muſto pomorum &c. ob ſolam temporis moram, etſi eadem ſæpe maneant caloris & temperiei adiuncta.

III. Animalium mortuorum partes molles ac ſuccoſæ ad fermentationem putridam proniſſimæ ſunt. Aliæ extra corpus animalis productæ etiam alios fermentationis gradus ſuſcipiunt. In his lac facile aceſcit, ex quo Tartari ſpiritum inflammabilem norunt extrahere, quod vinoſæ fermentationis indicium eſt.

IV. Quædam corpora diverſis fermentationibus apta non fermentantur, aut non tam cito niſi addito corpore extraneo, quod fermentationis initium, certumque gradum ac modum determinet; Eiusmodi extraneum corpus adpellatur *fermentum*. Aliis natura ipſa principium fermentationis indidit; quod dein accedente quadam diſpoſitione extranea effectum obtinet, uti ſemina plantarum ſola humectatione ad fermentationem certam, ſibique naturalem diſponuntur. Porro conſtat, modicam fermenti maſſam ingenti maſſæ corporis alterius ad fermentationem idonei eum motum inteſtinum communicare. In animalibus vivis primum cibi fermentum ſaliva eſt; tum ceteri humores ſtomachi, viſcerum, pancreatis, ac fellis. Inteſtina tenuia per venas ſugentes, quidquid in alimento prævia fermentatione ſatis excoctum, magisque ſpiritoſum eſt, in chylum ſegregant; unde deinceps crudiorum reliquiarum in inteſtino cæco putrefactio conſequitur.

V. Dubium non eſt, quin in atmoſphæra telluris ex concurſu & fermentatione vaporum, atque halituum varia generentur corpuſcula, quæ, etſi oculorum aciem fugiant, tamen effectibus ſuis ſeſe produnt ceu in nutritione plantarum, in corporibus aniamalium. Peſte graſſante, in rore etiam & pluvia, quæ putrefacta inflammabilem ſpiritum aliquando reddunt. Aqua tum quæ in lacubus, puteis & lacunis ſtagnat, maxime ſi bitumine, & fæce glutinoſa abundat, tum quæ cælo depluens, & vaſis excepta diu ſub tepeſcente cælo reponitur, ſponte putreſcit, ac denique avolantibus particulis volatilibus viſcoſum lutum relinquit.

Eius-

Eiusmodi, fermentationes, queis ars & natura ad corrumpenda, & generanda corpora mixta perpetuò utitur, a vulgari mechanismo solo haud pendere, vel ex eo perspicuum est, quod eædem cum solutione, & præcipitatione plurimarum partium, dein cum nova aliarum cohæsione coniunctæ sint, quæ quidem sine viribus specialibus a vulgari mechanismo distinctis peragi nequeunt. Haud equidem inficior, multas caussas & leges mechanicas, uti eædem adpellantur, hic concurrere; eiusmodi sunt, 1. *calor, a quo menstruis fluiditas, atque aptitudo ad solvendas alias materias conciliatur.* 2. *Aqua ceu præcipuum menstruum solvens salia, & istorum ope mixta corpora plurima.* 3. *Aer intestinus facta molecularum solutione erumpens, & vi elastica motum intestinum, evaporationem atque etiam effervescentiam sæpe promovens.* 4. *Ipsa vicissitudo caloris & frigoris particularum varias positiones motus, evaporationes potest accelerare.* 5. *Salia acida, & alcalina ab aqua soluta vi sua se mutuo, tum sulfureas & terrestres crassiores particulas, ac metallicas, si quæ adsunt, dissolvunt.* 6. *Sulfureæ particulæ præsertim subtiliores tum alias solvunt crassiores, tum novam aliarum unionem ipsa adhæsione sua determinant.* 7. *Concussio & agitatio massæ fermentantis ab extrinseco orta, & ipsa pressio aeris exterius incumbentis, & interiorem non parum cohibentis ad effectum fermentationis concurrit.* 8. *Omnium denique maxime fermentum, quod motum intestinum solutioni necessarium, certumque caloris gradum cum altera massa, cui apponitur, communicat, & copiosas particulas continet, tum quæ necessariæ sunt ad novum mixtum generandum, tum quæ ex mixto fermentando alias moleculas solvunt instar menstrui. Sic fermentum iam putrescens plurimas urinosi salis particulas continet volatiles & sulfureas, quæ in massa fermentanda solutionem naturæ suæ congruam producunt, eiusque sulfureas atque acidas particulas ex aliarum mixtione evolvunt, ut volatiles ipsæ atque ad urinosi salis generationem aptiores reddantur, quod putridæ fermentationi proprium est. Denique fermenti vim, qua modica eius massa alterius ingentis motum, certumque fermentationis gradum determinat, a legibus passivis corporum concurrentium non pendere, inde*

per-

perspicuum sit, quod secundum eas leges motus celeritas pro quantitate massæ impulsæ minuatur: in fermentatione autem crescente massa, cui motus communicatur, ipsa celeritas & motus intestinus crescat. Præterea inflammatio corporum ceu pulveris pyrii, fusio vel calcinatio eorundem, quando in foco speculi caustici collocantur, dispositiones validissimæ vaporum aquæ &c. non nisi fermentationes sunt, in quibus centrum gravitatis totius massæ fermentantis haud mutatur, sed eodem in loco manet; quod fieri haud posset, si eædem non nisi per impulsum secundum leges inertiæ peragerentur, ut adeo motus tam vehementes salvo centro gravitatis exorti manifesto indicio sint virium internarum, quæ a legibus mechanicis adhuc cognitis longe discrepant. Quomodo enim secundum leges collisionis corporum solo impulsu scintillæ excitatur incendium? aut a pulvere pyrio in cuniculis accenso mœnia, & validissima propugnacula secundum eas leges concutiuntur, & subvertuntur? Radii solis in foco collecti ne minutissimam quidem metalli particulam loco dimovent: iidem tamen metalla firmissima liquefaciunt. Qui quidem effectus sine dubio vires exigunt sola inertia, & gravitate universali corporum haud paullo maiores.

CAPUT VI.

De Vi Repulsiva Corporum.

Ad vires corporum speciales, seu a gravitate universali & legibus mechanicis distinctas non modo attractiones illæ pertinent, de quibus adhuc egimus; verum etiam repulsiones, sive determinationes ad recessum, quarum phænomena nunc exponenda sunt; ita, ut pateat, ea nec a vulgari mechanismo, nec ab attractionum inæqualitate provenire posse.

§. LII.

Propositio. *Exiles Corporum particulæ sæpe vim repulsivam inter se exerunt, quæ nulli caussæ mechanicæ vul-*

vulgò adſignatæ, nec attractionum quarumcunque inæqualitati adſcribi poteſt. Probatur

I. *Ex corporum elaſticitate*, ſeu vi, qua eadem figuram ſuam tenſione aut compreſſione mutatam ſua ſponte obſervantur recuperare. Dum lamina chalybea, vel arcus quicunque non nimis rigidus inflectitur, eius partes in ſuperficie convexa tenduntur, & a ſe recedunt; in ſuperficie concava comprimuntur, & ad ſeſe accedunt; proindeque tota lamina vel arcus figuram mutat; ſed ita, ur vi tendenti & comprimenti reſiſtat, & tenſione vel compreſſione ceſſante priſtinam figuram recuperet. Pariter aer intra veſicam, vel in ſclopo pneumatico compreſſus non modo vi comprimenti reſiſtit, ſed ea ceſſante denuo ſe expandit. Utroque caſu vis reſiſtens compreſſioni, & priorem figuram reducens eſt determinatio ad receſſum partium, & contraria vi comprimenti, quæ eſt determinatio ad acceſſum, adeoque vis eſt *repulſiva.* Dico: Ea vis repulſiva nulli cauſſæ mechanicæ vulgo adſignatæ, nec attractionum quarumcunque inæqualitati adſcribi poteſt; nam *primo* ſoli figuræ particularum, & ſtructuræ corporum ea tribui nequit; quia in figura & ſtructura non ineſt vis poſitiva, quæ vi comprimenti reſiſtat, motum extinguat, vel producat in partibus corporis compreſſi, quando prior figura reſtituitur. *Secundo* Non poteſt ea vis adſcribi attractioni partium, vel inæqualitati attractionum, quatenus particulæ, dum ex una parte magis trahuntur, quam ex alia, eo ipſo determinentur ad receſſum; ſi enim lamella elaſtica vel arcus inflectitur & incurvatur, diſtantiæ particularum ex parte convexa creſcunt, & parte concava decreſcunt; ut proinde vis attractiva ex parte convexa minuatur, & ex concava augeatur; quo poſito lamina manebit inflexa, nec priorem figuram recuperabit. Quando aer ab incumbente pondere comprimitur ex omni parte, vel modica eius portio intra vaſculum mercurii ſtagnantis concluſa totam eius columnam ſuſtentat, ſola vis expanſiva, qua aeris particulæ a ſe recedere nituntur, ſine ulla attractione agit. *Tertio* vis repulſiva corporum tenſorum vel compreſſorum non

non provenit ab aere intra illorum poros constricto, ac se restituere conanti; qua enim de caussa ipse aer, ac subtilior aere ignis sese expandunt? accedit, quod in vacuo Boyliano eadem phœnomena repulsionis, atque elasticitatis habeantur. *Quarto* Nec ad ætherem in poros irruentem recurri potest; hæc enim ficta hypothesis est; neque fluxus ætheris, vel cuiuscunque materiæ subtilis in omnem partem, qua corpora elastica comprimi, ac sese expandere possunt, per leges mechanicas possibilis est; quia occurrentes undique illius partes omnem motum dudum amisissent. Sola autem ætheris pressio figuram tensione & compressione inductam corpori elastico nunquam restituet; quia pressio illa secundum leges fluidorum ex omni parte æqualis est; nec dici potest, subtilissimo ætheri meatum intercludi, ipsumque corporis compressione pariter comprimi intra poros, ac sese expandendi nisum exerere. Hoc enim & subtilitati eius fluidi, & raritati plurimorum corporum elasticorum, qualia sunt aer, spongia, lignum &c. repugnat, nec difficultatem de caussa vis elasticæ tollit, sed in ætherem transfert; qua enim de caussa æther se expandit, & solus ex omnibus corporibus fluidis ac solidis vi expandendi gaudet?

II. *Ex vi expansiva vaporum.* Aqua vehementiore igne in vapores solvitur summa vi expansiva præditos, quæ vim elasticam aeris longe superat. Si æs liquatum aquam contingat, eius expansio tam vehemens est, ut omnia velut fulmineo ictu disiiciat; nec vero id uni resolutioni aquæ in vapores tribui potest. Nam aurum & argentum eiusdem certe caloris capax, dum liquescit, aquæ infusum in granula duntaxat funditur cum stridore non magno; quapropter dicendum in priore casu, dissolutas æris particulas validissime repelli ab aqua.

III. *Ex corporum fermentatione*, & putrefactione, combustione, qua solutæ eorum partes vehementer se expandunt, & aerem æmulantur. Id observatur in accensione pulveris pyrii, aliarumve materiarum inflammabilium; unde terræ motus existunt, & montes igni-

vomi originem habent ; idem ex displosionibus subitis colligitur, quæ cum effervescentiis corporum sæpe coniunctæ sunt.

IV. *Ex lumine*, eiusque emissione, reflexione, & inflexione &c. nam subtilissimæ lucis particulæ summa celeritate eiiciuntur ex corpore lucido, & ad maxima spatia propelluntur : eædem a superficiebus corporum ante reflectuntur, aut inflectuntur, quam easdem penitus contingant, uti suo loco explicabimus.

V. *Ex constante corporum raritate.* Omnia corpora, in quibus experimentum capere licet, præsertim fluida etsi poris abundent, & longe plus vacui, quam materiæ solidæ certo volumine comprehendant; tamen aut omni sensibili compressioni, & condensationi resistunt, uti aqua, olea &c. aut non nisi determinato spatio comprimi se patiuntur. Hoc modo aer in syringe metallica vel campana urinatoria in angustius spatium comprimi primo potest, verum ad certos duntaxat limites, ad quos si pervenerint eius particulæ, nulli vi deinceps cedunt. Aqua autem, vinum, olea, & plurima alia fluida sphæris metallicis inclusa, ubi hæ cochleis fortissime comprimuntur, per densissima metalla potius transudant, quam ut in maiores angustias redigantur. Hæc igitur constans raritas corporum manifesto pariter argumento est vis repulsivæ, quæ inter illorum particulas obtinet; neque enim vis comprimens, quæ est determinatio ad accessum partium, extingui potest sine vi positiva, id est, repulsiva, quæ sit determinatio ad recessum.

VI. *Ex lacrymis batavicis*, seu guttis vitri, quæ ex summo calore repente refrigerantur. Harum superficies externa firmissime cohæret, nec mallei ictibus facile cedit, at si cuspis frangatur, in quam desinunt, illico in minuta frustula & fere in pulverem diffringuntur totæ, qui ad spatium tribus quandoque pedibus maius disiicitur. Repentina hæc partium dissolutio & disiectio sine determinatione earundem ad recessum intelligi nequit. Igitur cum ista repulsio adscribi non possit actioni ignis, qui dudum abiit, nec aeri inclu-

so,

so, qui non nisi rarissimus in summo illo calore potuit intercipi, neque aeri externo (nulla enim diversitas se prodit, sive in aperto aere, sive in vacuo antliæ cuspidem diffringas) statuendum est, eam a vi interna repulsiva provenire, quam particulæ vitri in illo situ exerunt, quem inter se habent, dum externa superficies repentino frigore constringitur, & in validam crustam redigitur, vi repulsivæ resistentem, donec ea, parte quadam abrupta, debilitetur, & vi repulsivæ partium cedat. Si eiusmodi guttæ iam refrigeratæ iterum calefiant, & in aere paulatim refrigerari permittantur, fracta cuspide non amplius dissiliunt Mariotto teste. Novo enim calore particulæ alios inter se situs, aliasque positiones, ac proin alias etiam vires inter se obtinent. Similem fere in modum phialæ Bononienses iniecto silice diffringuntur; quia acie silicis in superficie interna quædam particulæ inter se separantur, & crusta interna facilius rumpitur, quam impactu alterius corporis mollioris e. g. plumbi. Diffracta autem crusta, quæ vim repulsivam particularum antea cohibebat, ista effectum suum obtinet, partesque a sese mutuo recedere cogit.

Nulla in his quidem phænomenis verisimilis caussa mechanica vel attractionum inæqualitas locum habet; ex qua aliorum effectuum, qui repulsioni tribuuntur a quibusdam, caussas derivant, uti cum aquam, & olea crassiora ægre inter se misceri, & vehementiore concussione mixta iterum separari observamus. Id quod non a mutua repulsione eorum fluidorum, sed ab attractione provenire putant. Sic enim aiunt: si aquæ particulæ maiore vi sese attrahere ponantur, quam eædem trahunt olei particulas; & hæ pariter maiore vi sese mutuo, quam particulas aquæ trahunt; haud ægre intelligi potest, cur hæc fluida non misceantur inter se, aut commixta denuo separentur. At enim ex §. XXXIX. n. V. non obscure colligitur, inter aquam, & oleosas materias vim repulsivam intercedere, utcunque autem ista se habeant, specimina repulsionis hoc capite commemorata nulli videntur exceptioni obnoxia esse, nisi inanibus figmentis & arbitrariis hypothesibus quidvis eludere velimus. Qui Boscovichii philosophiam sectantur, novum repulsionis ar-

argumentum ex corporum impenetrabilitate petunt, eique plurimum tribuunt. Cum enim omnia corpora impenetrabilia sint, in iisdem mutuo concurrentibus, vel ad minimas distantias pervenientibus vis quædam adesse debet, qua ab ulteriore accessu, & compenetratione prohibeantur, quæque par sit extinguendæ cuivis finitæ velocitati, qua corpora ad sese accedunt. At enim, etsi ad conflictum corporum impenetrabilitas eorundem ceu conditio quædam naturalis requiratur; tamen communicatio motuum & velocitatum imminutio aut extinctio non a specialibus hisce viribus repulsivis, sed ab inertia pendet: nam primo *siquis globus* eadem constanti celeritate *in alios quiescentes* diversæ massæ *incurrit, & ob celeritatem constantem æquali spatio ad singulos accedit, non eandem resistentiam sentiet, etsi ob eandem a singulis distantiam vires repulsivas æquales secundum hosce Auctores experiri deberet. Nempe resistentia in conflictu corporum non tantum celeritati, aut distantiæ corporum confligentium, sed etiam massæ movendæ proportionalis est. Quid vero maior vel minor massa ad vim repellentem in conflictu sphærarum facit? cum eædem non nisi ad contactum unius puncti tendant, & posteriores partes, aut quæ supra vel infra id punctum sitæ sunt, sensibili intervallo ab illo distent.* Secundo *etsi per vim repulsivam bina corpora, vel puncta corporum ad penitissimum, ut aiunt, & mathematicum contactum secundum istorum opinionem venire non possint; tamen ex ea vi nec lex resistentiæ, nec determinatio ad motum potest intelligi. Vis enim repulsiva, & corporum impenetrabilitas viribus naturæ superari nequit; si ergo resistentia corporum concurrentium ab eadem vi repulsiva provenit; concipi non potest, quomodo in corporibus impulsis motus producatur.* Tertio. *Ex lege resistentiæ, quam corpora in conflictu exerunt, actio & reactio eorundem æqualis est quantitati motus in corpore productæ, & in altero elisæ. Id vero ex vi repulsiva in infinitum crescente, si ea resistentiæ illius caussa est, minime intelligitur. Quapropter etsi omnes omnium temporum Philosophi corporum impenetrabilitatem ad conflictum eorundem ceu conditionem ab ipsa natura positam, necessariam agnorint; non tamen resistentiam, eiusque quantitatem ipsi impenetrabilitati* con-

continuo imputarunt. Quarto. *Si quod corpus quiescens alterius incurrentis vim omnem extinguit, & rationem obicis immobilis habet, id corpus secundum leges mechanicas censetur esse massæ infinitæ, cui ab incurrente non communicatur; aut certe ea velocitatis extinctio a vi cohæsionis proxime oritur, per quam planum, in quod mobile incurrit, cohæret cum aliis vicinis corporibus. Ut igitur vis repulsiva in subsidium vocetur ad explicandum communicationem motus nulla necessitas nos cogit.*

CAPUT VII.

De Lege virium in natura existentium.

Dubium non est, operationes naturæ sub certam, ac stabilem legem cadere; id constans ordo, quo mutationes naturales contingunt, manifestum reddit. Et quoniam omnes mutationes a viribus pendent; necesse est, vires in natura extantes certa pariter, stabilique lege operari. De hac virium lege, & connexis cum eadem proprietatibus primorum elementorum maiore labore, operaque, quam fructu adhuc disceptarunt Philosophi. Si ex natura ipsa disserendum est secundum Newtonianam methodum, res tota non multis verbis eget.

§. LIII.

Propositio I. *Corporibus omnibus inest* primo *vis inertiæ ceu proprietas materiæ positiva, generalis & ab aliis proprietatibus distincta, per quam statum vel quietis vel motus uniformis in directum conservant, & potentiis extraneis mutationem status inducere conantibus resistunt*: secundo *vis mutua & generalis attractiva, quæ in maioribus distantiis agit quam proxime in ratione reciproca duplicata earundem distantiarum*: Tertio *in distantiis autem exiguis ac minimis vis mutua attractiva, & post certum limitem vis repulsiva quarum utraque maiore ratione crescit, quam reciproca duplicata exiguarum distantiarum.* Prob.

I. *De vi inertiæ.* Tota mechanica & terrestris & cælestis, omnesque species motuum, qui in natura observantur, eo nos deducunt, ut ponere debeamus, in corporibus quibusvis inesse determinationem conservandi status sui seu quietis seu motus, quem habent; quam determinationem vim inertiæ nuncupamus. Nam *in motu rectilineo corporum* nec celeritas nec directio mutatur, nisi a potentiis extraneis, ceu ab obstaculis occurrentibus, ab affrictu, resistentia medii &c. *maiora autem*, inquit NEWTONIUS, *planetarum & cometarum corpora in spatiis minus resistentibus motus suos conservant diutius. In motu uniformiter accelerato* ratio accelerationis non intelligitur, nisi celeritas quovis tempore a gravitate producta per vim inertiæ conserventur: pariter motus uniformiter non retardaretur, nisi mobile sursum proiectum per vim inertiæ æquabiliter niteretur progredi, donec eius celeritas actione opposita gravitatis paullatim extinguatur. Est igitur in corporibus determinatio seu vis positiva conservandi statum, ad quem aliunde determinata sunt; si enim mera indifferentia negativa iis tribuitur, cur ea non superatur prima & minima quavis actione gravitatis? aut quæ est hæc negativa indifferentia, quæ tot positivas virium positivarum actiones poscit, donec vincatur? *Compositio duorum vel plurium motuum* in diagonalem effectus positivos determinationis versus singula latera parallelogrammi manifesto ostendit. Tantundem enim versus quodvis planum, ad quod determinationes per latera urgent, accedit mobile in diagonali incedens, quantum eo accessisset quovis motu singulari per latera. Effectus hic positivus certe caussam positivam requirit. *In curvilineo motu* mobile per tangentem abire ita nititur, ut cessante vi centripeta reipsa per tangentem abeat; quod non infrequente casu in machina virium centralium experimur, siquod filum repente rumpitur, aut vis cohæsionis partium alicubi cessat. Idem comprobatur ex omnibus observationibus, ex quibus concludi solet, corpora rotata habere nisum perpetuum abeundi per tangentem. Si iam mera indifferentia in corporibus residet; cur non pergunt volvi in circulis? cur ex quovis puncto arcus in directum, id est,

per

per tangentem excutiuntur? aut quæ indifferentia concipi poteſt, quando ad certos motus obtinendos continua actio virium poſitivarum requiritur, quarum præcipuus effectus eſt, ut a tangente ad punctum orbitæ detorqueant mobile? *In corporum conflictu* reſiſtentia pro ratione maſſæ & celeritatis, ad quam corpus impulſum determinatur, creſcit: & univerſe, ut corpus ex quiete ad motum deturbetur, niſus quidam, ac vis poſitiva eſt adhibenda, eaque duplo maior, ut illud intra 1'' percurrat 100 pedes, quam ut conficiat 50 ped. Si igitur actio potentiæ extraneæ ad motum determinantis, vel motum extinguentis vera & poſitiva actio eſt; quomodo ea ſine poſitiva & contraria actione eliditur; aut quomodo indifferentia poſitiva nunc maior, nunc minor eſſe poteſt? cæterum quia ratio vis inertiæ nec in extenſione corporum, neque impenetrabilitate, aliove attributo cognito continetur, patet eandem a reliquis proprietatibus diſtinctam eſſe, & ob inductionem ampliſſimam omnibus corporibus tribui debere.

II. *De vi attractiva generali ac mutua.* Hanc quidem vim omnibus corporibus *ſyſtematis ſolaris* competere, & ad maximas planetarum, cometarumque diſtantias extendi, analytica gravitatis univerſalis inveſtigatio evidentiſſime oſtendit, & ſynthetica eiusdem deductio admirandum in modum confirmat, uti ex Mechanica potiſſimum cæleſti conſtat. Quid vero? an eadem gravitas & gravitatis lex etiam ſtellis fixis tribuenda eſt? Egimus in Mechanica duntaxat de ſolari ſyſtemate. De fixis non conſtat, utrum non peculiares habeant vires, queis effectum mutuæ gravitatis elidant; aut, cum vires cognitæ a diſtantiis pendeant, fortaſſis in maximis fixarum diſtantiis, uti in minimis, ab ea lege receditur, fitque tranſitus in vires repellentes, aut denique fixæ in limitibus attractionum & repulſionum hærent, ac poſitionem, quam habent, ita conſervant. Si analogiam a ſyſtemate ſolari ad fixas transfers; ſemper dici poterit, vires a diſtantiis pendere, earumque legem in maximis variari poſſe, uti variatur in diſtantiis minimis; & ſi maneat lex gra-

vitatis decrescentis reciproce, ut quadrata distantiarum crescunt, vim corporum solaris systematis in fixas ob immanem istarum distantiam insensibilem esse, & paulatim evanescere. Accedit, quod innumerabilis circumquaque fixarum copia sit, ut oppositæ earum vires necessario se elidant.

III. *De vi attractiva & repulsiva in exiguis & minimis corporum distantiis* satis disputatum est tota hac Sectione. Quemadmodum vero hæ vires speciales, quas corporum tenuissimæ moleculæ inter sese exerunt, fere maiores sunt vi propriæ gravitatis, & pondere, quo pollent; ita maiore ratione crescere debent, quam in reciproca duplicata distantiarum; nam vis gravitatis, quam illæ moleculæ habent, ab attractione totius massæ globi terraquei oritur; uti ergo hæc massa velut infinities maior est, quam massula exilissimæ particulæ, ita vicissim vires speciales eiusdem quasi infinities maiores esse debent, quam sit vis propriæ gravitatis. *Si eiusmodi attractio* in minimis molecularum distantiis (inquit eruditissimus commentator in Elementa Musschenbrœkii ad §. 500 Editionis Neapolit. Anno 1745) *in ratione inversa quadratorum distantiæ operaretur, haud sensibiliter augeri ea posset ex diminuta distantia, vel ex ipso contactu, uti Newtono demonstratur Princip. Math. L. I. Prop.* 74. *multoque minus sensibiliter augeri ea posset, si in alia ratione, quæ duplicata inversa distantiarum sit minor, ea operaretur.* Hinc fere sumunt, eiusmodi vires speciales in triplicata aut etiam maiore ratione inversa distantiarum minimarum crescere debere, uti Cel. de La Lande observat in dissert. de tubis capillaribus. Porro quoniam in exiguis molecularum distantiis frequentes, & vehementissimas non raro repulsiones observamus, quæ a nulla caussa mechanica vel attractionum inæqualitate proveniunt, necesse est, ut in minimis illis intervallis certum limitem concipiamus, post quem cessante vi attractiva molecularum mutuæ repulsiones sequantur. *Et sicut in Algebra* (inquit NEWTONUS ad calcem sui tractatus optici) *ubi quantitates affirmativæ evanescunt, & desinunt, ibi negativæ incipiunt: ita in mechanicis, ubi attractio desinit, ibi vis repellens succedere debet.*

Qua

Qua ratione concipi possit vis attractiva (similiter & repulsiva) aut quo modo hæ vires cum inertia corporum conciliandæ sint, colligi potest ex §. CCCXIII. Mechanices. Newtonus vim inertiæ adpellavit vim insitam, & ad explicanda phœnomena naturæ præter generalem, & mutuam attractionem in maioribus distantiis agentem principium quoddam cohæsionis corporum, ac fermentationum adscivit: & quoniam corporum cohæsio a vi speciali attractiva, fermentationes autem maxime igneæ a vi repulsiva pendent; patet, quo modo hæc propositio cum Newtoni mente consentiat.

§. LIV.

Propositio II. *Vires corporum* (de quibus præc, §. disseruimus) *ultimo proveniunt a viribus elementorum, queis corpora componuntur.* Probatur. Manifestum est, quod sola compositio ac textura elementorum, si omni vi activa careant singula, nihil virium, vel activitatis gignere possit. Etsi igitur intensio & directio virium, quas corporum moleculæ exerunt, a compositione elementorum, si singula vi quadam pollent, pendere possit, debeatque; tamen ipsa vis non nisi elementis tribuenda, & pro absoluta proprietate, non relativa habenda est.

§. LV.

Propositio III, *Elementa corporum sunt substantiæ simplices, homogoneæ, certis viribus prædita.* Probatur I. *Simplicitas elementorum.* Si divisibilitas *realis* corporum infinita non est, denique ad elementa simplicia, quorum partes reales nullæ sunt, saltem cogitatione veniri debet, ut patet; non est autem infinita; cum nulla id ratio suadet, & numerus elementorum actu infinitus, qui in quovis sensibili corpore contineri deberet, repugnet (Phil. Prim. §. XIX.)

II. *Homogeneitas elementorum.* Homogenea adpello elementa, quæ eandem virium legem servant: heterogenea, quæ diversam. Dico: elementa, ex quibus aqua & ignis, vel alia quantumvis inter se discrepantia corpora componuntur, eandem habere virium legem, ac similem plane naturam, ita, ut tota diversitas proprie-

tatum, quas corpora, vel corporum moleculæ produnt, ex diversa combinatione elementorum in certi generis moleculas, & consequente compositione virium, queis singula prædita sunt, oriatur. Nam 1. ipsa corporum analysis, seu resolutio chemica ad hanc homogenitatem, ac naturæ simplicitatem nos proxime deducit; quo enim longius progredimur in resolvendis corporibus, eo pauciora deprehendimus in iis principia, quæ inter se discrepent. 2. Omnia elementa æque pollent vi inertiæ, æque impenetrabilia sunt, æque se trahunt mutuo in distantiis maioribus, & eandem vim gravitatis exerunt; id quod palam fit ex æquali celeritate corporum in vacuo decidentium, quæ locum non haberet, si elementa unius corporis maiorem vim acceleratricem haberent, quam elementa alterius. Igitur de viribus in minimis distantiis operantibus eadem lex similis concludenda est. 3. Quia caussæ rerum naturalium non plures admitti debent, quam quæ veræ sunt, & phœnomenis explicandis sufficiunt; idcirco diversitas sensibilium proprietatum, quas in corporibus, & corporum, moleculis observamus, non diversitati elementorum, aut virium, queis singula elementa sunt prædita, sed diversæ eorundem elementorum viriumque compositioni adscribenda est. Nam ex elementis homogeneis admodum differentes moleculæ construi possunt, quarum discrimen omnino multiplex est, ut *primo* sub eadem mole contineatur diversa massa: *Secundo* eadem massa habeat diversam molem: *Tertio* sub eadem massa aut mole sit diversa figura; possunt enim elementa digeri in sphærulas, pyramides, cuneos, prismata &c. *Quarto* ut sub eadem densitate & figura sit diversa particularum distributio, ceu in sphærulis plura elementa versus centrum, aut circa superficiem collocata. Ex diversa eiusmodi elementorum compositione diversa virium, quas exerunt, compositio necessario sequitur. Nec vero ista diversitas molecularum per hypothesin sumitur; quousque enim acies microscopiorum pertingit, ea observari potest. De eadem NEWTONUS in Optica q. 31. ita disserit: „ *Illud mihi videtur simillimum vero, utique Deum Optimum Maximum, in principio rerum materiam ita formasse, ut primigeniæ eius parti-*

„ *culæ, ex quibus deinceps oritura esset corporea omnis*
„ *natura, solidæ essent, firmæ, duræ, impenetrabiles &*
„ *mobiles; iis magnitudinibus & figuris, iisque insuper*
„ *proprietatibus, eoque numero & quantitate pro ratio-*
„ *ne spatii, in quo futurum erat, ut moverentur, quo*
„ *possent ad eos fines, ad quos formatæ erant, optime*
„ *deduci. Quæ porro particulæ primigeniæ, quippe pla-*
„ *ne solidæ, longe longeque duriores sunt, quam ulla cor-*
„ *pora ex iisdem deinceps cum occultis interiectis meati-*
„ *bus composita: imo tam perfecte duræ, ut nec deteri*
„ *possint unquam, nec comminui: nec adeo ulla in con-*
„ *sueto naturæ cursu vis sit, quæ eas in plures partes di-*
„ *videre queat. - - - Tamdiu dum particulæ illæ integræ*
„ *permanent, poterunt sane per omnia secula ex iis com-*
„ *posita esse corpora eiusdem semper naturæ, & textu-*
„ *ræ. Verum si illæ deteri aut comminui possent, iam*
„ *futurum sane esset, ut rerum natura, quæ ex iis pen-*
„ *det immutaretur. Aqua & terra ex particulis imminutis, &*
„ *detritis, particularumque fragminibus compositæ, non*
„ *utique eandem hodie naturam, texturamque haberent,*
„ *ac aqua & terra in principio ex particulis integris com-*
„ *positæ. Quare ut rerum natura possit durare, existi-*
„ *mandum est, corporum omnium mutationes, in variis*
„ *solummodo separationibus, novisque coniunctionibus &*
„ *motibus durabilium istarum particularum consistere. Nam*
„ *corpora composita disrumpuntur non particularum ipsa-*
„ *rum solidarum fractura, sed separatione earum, qua*
„ *parte ex commissuris inter se iunctæ erant, & paucis*
„ *tantum in punctis inter se contingebant. Porro videa-*
„ *tur mihi hæ particulæ primigeniæ non modo inter se*
„ *vim inertiæ habere, motusque leges passivas illas, quæ*
„ *ex vi ista necessario oriuntur: Verum etiam motum*
„ *perpetuo accipere a certis principiis actuosis, qualia ni-*
„ *mirum sunt gravitas, & caussa fermentationis & co-*
„ *hærentiæ corporum. Atque hæc quidem principia con-*
„ *sidero non ut occultas qualitates, quæ ex specificis re-*
„ *rum formis oriri fingantur, sed ut universales naturæ*
„ *leges, quibus reipsæ sunt formatæ. Quippe principia*
„ *quidem talia revera existere, ostendunt phænomena na-*
„ *turæ, licet ipsorum caussæ quæ sint, nondum explica-*
„ *tum sit.* „ ita NEWTONUS.

De

De viribus, quæ corporum elementis tribuendæ sunt, supra diserumus, quodcunque illarum ponatur principium. Ad explicanda enim phænomena, progressumque in naturæ cognitione faciendum, satis est, si eædem ceu universales naturæ leges considerentur. Intimam enim naturam elementorum haud perspicimus in hoc mortali statu; nec metaphysicorum vocabula omnia obscuritatem pellunt, sed potius augent. De extensione elementorum quæstio superest. Sunt enim, qui ea omni extensione ceu puncta mathematica carere putant: alii elementa simplicia in spatio divisibili collocant. Tota disceptatio ad res physicas colendas penitus inutilis est.

§. LVI.

Propositio IV. *Explicationes phænomenorum & leges virium, secundum quas phænomena contingunt, non ex natura elementorum, sed ex constitutione molecularum, earumque combinatione petendæ sunt.* Hæc propositio maximi momenti est, ut recta via progrediamur in Physica, & in inutili de natura elementorum disceptatione a scopo ne abducamur cum ingenti temporis, atque operæ dispendio. Agitur autem hic de phœnomenis ac mutationibus particularium corporum, non de motu, ac mutuis viribus globorum totalium. Sic igitur existimo: Elementa corporum homogenea sunt, iisdemque viribus prædita, ad omnem inter se, viriumque compositionem penitus indifferentia: ergo ex iisdem ratio peti vel reddi non potest, cur hæ potius, quam aliæ mutationes in corporibus sequantur, cur has potius, quam alias proprietates sensibiles exhibeant. Si enim eadem sunt particularum ignis, & aquæ, aut corporum elasticorum, ac mollium, fluidorum & solidorum &c. principia, quid ex natura istorum principiorum de igne, & aqua, aut corporibus mollibus, vel elasticis, fluidis aut solidis differi demum potest? status sensibilium proprietatum, & possibilitas variarum mutationum, quæ in uno præ alio corpore inest, non ex natura elementorum, sed molecularum, in quas eadem compacta sunt, constitutione, variaque combinatione pendet. Ex hac igitur molecularum di-

ver-

versitate proprietatum, ac mutationum arcessenda ratio est. In corporibus praesertim mixtis varii earundem ordines sunt, ut primo crassiores, magisque compositae, tum subtiliores, ac simpliciores deprehendantur; heterogeneae particulae mixtae rursus in aliud heterogeneum maius coagmentari solent, uti patet in mineris. Solus ignis, quo plurima corpora solvuntur, quantos ordines, quam diversas, quae in corporibus latent, particulas heterogeneas prodit. vulgatissima flammae materies sunt vegetabilia varii generis. Ea *primo* continent plurimum aquae, quam iisdem accensis ostendit albescens fumus, seu vapor instar nubis ascendens, qui collectus aquae tenuis & pellucidae speciem exhibet, multisque salis particulis commixtus est, uti ex sapore eius aquae & adore colligitur. *Secundo* fumus, qui paullo post sequitur, spissior, acrior, ac faetens mixtum est diversarum corporis vegetabilis partium; atque is, nisi vaporibus aqueis adhuc abundet, admota candela in flammam vertitur. *Tertio* fuligo, quae ex fumo combustibili, & parietibus camini adhaerente nascitur, destillatione praebet aquam satis copiosam, tum igne intensiore oleum flavum & inflammabile, cuius pars subtilior & volatilis spiritus sulfureus volatilis vocatur, denique & salia diversa, ac diverso fixitatis gradu praedita. *Quarto* ex cineribus a corpore accenso relictis plurimum salis fixi elixatione & inspissatione obtinetur. Ex eiusmodi vegetabilium analysi de natura earundem, ac proprietatibus coniecturae fieri possunt, ex obscura autem de primis eorundem elementis disputatione fieri non possunt. Metalla & semimetalla omnia in igne fusa se mutuo resolvunt, ac inter se miscentur, variasque tum subeunt mutationes, & acquirunt proprietates a priore sua natura haud parum alienas: a semimetallis sibi commixtis amissa malleabilitate redduntur friabilia: ab arsenico, zinco & antimonio volatilia. Si in calcem rediguntur metalla, ductilitatem amittunt, aliasque non paucas proprietates; Quid? istiusne rei ratio in natura primorum elementorum nobis quaerenda est? haud sane; nihil enim ex illa ad explicandum hoc phoenomenon eliei potest; Sed molecularum, queis metalla

con-

constant, natura & constitutio spectanda est; nempe combusto proprio sulfure eam mutationem subeunt metalla. Addito dein sulfure quocunque alio pristinam formam recuperaut. Similiter si certa sulfuris ac salis volatilis quantitas lignis subtrahitur accensione, oritur carbo friabilis. Hic spoliatus omni sulfure denique in cineres abit non nisi terra & sale alcalico constantes. Idem in ossibus animalium contingit. Ita moleculae sulfureae saepe ratio cohaesionis sunt in corporibus. Nec tamen id generatim statui potest. Idem enim sulfur firmis corporibus admixtum non raro nexum illorum hebetat, & mollitiem, fluiditatem, aut certe friabilitatem inducit. Pertica ferrea summo gradu ignita supposito sulfure brevi colliquescit: argentum & stannum ab eodem fit friabile: plumbum liquefactum a sulfure addito abit in calcem. Nempe si particulae minimae corporum alioquin iam cohaerent, & additae subtiles moleculae sulfuris duntaxat interstitia inter eas moleculas repleant, ob auctum contactum novi cohaesionis nexus inducuntur, ubi antea nulli existebant. At si minimae corporum particulae ratione figurae & compositionis mutui contactus, & nexus satis capaces sunt; fieri potest, ut sulfure iisdem interiecto contactus abrumpantur, & cohaesio corporis minuatur, vel tollatur, quia sola cohaesio materiae sulfureae propriae minor est, qnam cohaesio metallorum. Celebris agitatur quaestio, an vitro malleabilitas arte comparari possit? eane ex tractatione de principiis corporum decidenda est? minime vero; At spectata indole metallorum intelligitur, ad melleabilitatem copiosum in primis sulfur requiri, quod nexus tunsione solutos substitutis aliis contactibus continuo restituat. Contra si moleculae, ex quibus vitrum conflatur, considerentur, id compositionem multo simpliciorem requirit, ac partes subtilores, ut diaphanum sit. Sulfur iusto copiosius tum simplicitati texturae vitri, tum partium subtilitati obesset; unde nec metalla vitrificantur, nisi sulfure prius exusto.

Haec exempli caussa commemoravimus, ut propositionis veritas, ac momentum evidentissime demonstraretur, atque ad oculum, ut aiunt, pateret inanitas perpetuarum

rum litium, quas nonnull Philosophi de corporum principiis agitant magno laboris, ac temporis impendio, nullo penitus fructu & operæ pretio. Quamvis autem exiguarum molecularum constitutio, earumque inter se combinatio & compositio virium sæpissime ignota sit, nec deprehendi omnino posse videatur, non tamen idcirco præcipiti saltu, ac prætermissis variorum ordinum moleculis in intimum corporum & elementorum naturam disceptatione penetrandum est, multoque etiam minus tot legibus naturæ incognitis opera danda est, ut generale systema omnibus numeris absolutum condatur, quod omnibus phænomenis explicandis faciat satis. Eiusmodi enim systemata nihil commodi adferunt philosophiæ, non parum incommodi philosophantibus; nam præiudicatis opinionibus eos implent, ut quævis naturæ phænomena particularia secundum systema suum interpretentur, & quæ eidem refragari videntur, dissimulent, vel detorqueant a naturali veluti sensu. Præterea condito generali systemate segnes reddimur ad investigandam naturam rerum, quia in generalibus caussis acquiescentes, totam naturam nos comprehendisse nobismet persuademus. Generales autem eiusmodi caussarum explicationes, nescio, quantum ab ignorantia distent. Nam, ut Veteres aiebant, non solet errari circa ianuam, id est, generalia principia, sed circa interiora domus. Fit dein non raro, ut, cum omnia ad assumtum systema trahuntur, res certæ confundantur cum incertis, & phænomena explorata, quæ veluti voces quædam sunt naturæ, cuius magisterio discendum nobis est, cum dubiis sententiis philosophorum, atque hypotheses cum veris caussis misceantur. Hinc Philosophia toties faciem, totumque habitum mutat, ut, cum posteriores Philosophi priorum vestigia persequi, si recto tramite processissent, cæptosque labores excolere deberent, identidem velut a primo limine ordiendum sit. Equidem non ignoro, quantopere laborandum sit homini veritatis amanti, rerumque physicarum studioso, ut in maxima phænomenorum copia, & varietate naturæ simplicitatem consectetur philosophando, atque occultam in dissimillimis rebus harmoniam eruat, ac generales leges deprehendat; at enim quis ignorat, longam esse seriem caussarum, ex quibus maxima phænomnorum pars pen-

pendet, aliarumque cum aliis admirabilem quendam nexum, ut, si proximiores caussæ prætermittantur, de remotioribus recte statui nihil possit. Verum ea est humanæ mentis infirmitas, atque inconstantia, ut abrupta serie mox ad remotissima quæque atque ultima ceu ad metam transiliamus cogitando, atque ad finem præpropere venire discendo velimus. Accedit non paucorum superbia & ambitio, qui infra dignitatem suam fore arbitrati sunt, aliud systema, quam numeris omnibus absolutum ceu ingenii sui partum in lucem dare. Hinc mira libertate quævis principia assumserunt, & condiderunt hypotheses, quarum ope arcana naturæ omnia sibi explicanda sumerent, quæque non tam ad institutiones Philosophiæ, quam historiam eiusdem literariam referenda sunt.

§. LVII.

Dubia de Lege Virium.

I. *Quid est denique vis illa attractiva & repulsiva, quæ in Newtoniana philosophia utramque, ut inquiunt, paginam facit?* Non pauci Philosophi totam Newtoni theoriam profligasse se putant dicendo: explicari non potest, quid sit attractio: ergo non datur, vel admittenda non est. R. 1. Supra monuimus §. IV. diligenter segregandas esse binas quæstiones admodum inter se discrepantes: *an* obtineat in natura attractio & repulsio; & *quid* illa sit, vel quam originem habeat. Quando phœnomena barometri excusso metu vacui a pressione aeris derivari cæpta sunt, frustra dictum fuisset: explicari non potest, quid sit, vel quam originem habeat gravitas aeris aut elasticitas. Ignorantia enim caussæ remotioris vel ultimæ non tollit caussam proximam, posteaquam illa genuina, ac sufficiens deprehensa est. R. 2. Attractio & repulsio a distantiis pendens est *generalis naturæ lex;* ad quam satis est, si particularia phœnomena revocari possint, etsi ultima eius caussa sit incognita. Sic enim eorundem caussæ saltem proximæ, eædemque veræ ac sufficientes adsignantur, quod ad naturæ simplicitatem cognoscendam, faciendasque diductiones syntheticas, resque physicas amplificandas sufficit. Quaqropter argumentatio il-

la

la: explicari non poteſt, quid ſit attractio, ſeu vis attractiva & repulſiva, penitus infirma eſt, ac ſpuria.

II. *Ipſisne elementis potentia agendi, ſeſeque, vel alia elementa movendi ineſt?* R. Quia attractio vel repulſio non niſi determinatio ad motum eſt, quo corpora vel corporum elementa ſeſe petunt mutuo, vel fugiunt, ſine dubio principium quoddam eorum motuum requiritur in natura, niſi ad immediatam Dei actionem perpetuo recurratur. Perquiſitio eius principii omnes omnium temporum philoſophos occupavit; ſed, ut ſupra animadvertimus, longe minore laboris fructu, quam temporis diſpendio. Paucos admodum reperies, qui omnes potentias activas, & vires intrinſecas ex natura ſuſtulerunt. ARISTOTELICI aiebant: quæque natura conſtant, videntur in ſe ipſis habere principium motus & quietis. Ante Ariſtotelem DEMOCRITUS & EPICURUS, qui ſunt principes Philoſophiæ atomiſticæ, vim activam tribuerunt atomis. Et quamvis tum hi, tum noſtro ævo nonnulli hac doctrina abuſi ſint ad tollendam Dei potentiam; tamen infanæ eorum doctrinæ nihil officiunt opinioni eorum, qui potentias motrices in natura agnoſcunt. Dudum easdem non modo RR. Philoſophi, ſed antiquiſſimi quoque, ac gentiles confutarunt. EMPEDOCLES evitato errore, quem non nulli ex inculpato principio deduxerant, atomis vim tribuit, qua ad ſe accederent mutuo, vel recederent; quam amicitiam & diſcordiam nuncupavit. PLATO omnem mundum ANIMATUM fecit, non ea utique anima, quæ cognitionis & ſenſus eſſet capax, ſed quæ omnium motuum cauſſa exiſteret. Quocirca Muſſchenbrœkius putat, ſententiam Platonis a Newtono, aliisque adoptatam fuiſſe. Veteres HEBRÆI teſte Moshemio opinati ſunt, vim activam & genitricem naturæ inditam a Deo fuiſſe. Chaldæi *vivificum* ignem ſæpe adpellantes opinionem ſuam de eius activitate ſatis prodiderunt. LEIBNITIUS quoque monades ſuas, & WOLFIUS ſua elementa viribus activis donarunt; ita, ut dicerent, per ſolam vim activam ſubſtantias ſimplices a punctis mathematicis & Zenonicis diſcrepare. Omnes igitur propemodum Philoſophi, imo & philoſo-

phorum familiæ ac sectæ principium quoddam motus & potentias activas admisere in corporibus, atque elementis eorundem, etsi nemo perspicere potuit, cuiusnam naturæ ea principia, aut potentiæ sint. Obscuritas inde oritur, quia de intimis naturis, essentiis & substantiis rerum claras ideas in hoc mortali statu non habemus. Qui eas vi imaginationis repræsentare sibi conatur, perinde agit, ac si sonum coloribus depingere, & colorem auribus percipere vellet. Credo, si originem idearum nostram diligentius pervestigassent non nulli, haud ægre ab indagandis rebus, quarum ideas formare nequeunt, desisterent, nec tot inania vocabula pro genuinis rerum explicationibus nobis obtruderent. Sunt hoc ævo non nulli, qui vires motrices corporibus essentiales statuunt, directionem vero & celeritatem ceu modificationes variabiles considerant, idque explicant in hunc modum, ut vis motrix sit perpetuus conatus mutandi locum, qui quidem conatus ex natura elementorum ceu ex fonte profluat, sed nullam habeat, aut respiciat certam directionem, nec determinatam celeritatem. Hi dicunt sane, quod concipere nullo modo possunt. Ac videtur mihi istiusmodi elementum, quod perpetuo ad motum nititur, sed sine ulla directione, sine ulla celeritate determinata, quam is conatus respiciat, in ipso spatii sui puncto quasi temulentum tremere, seu potius conari tremere, nec tamen uspiam progredi posse. Quæso quod phœnomenon naturæ hanc nobis ideam de perpetuo conatu motus sine directione & celeritate ulla, quam is conatus exigat, seu respiciat, ingerere demum potest?

III. *Cur dici non potest, mutationes naturales rerum a motu in prima creatione impresso, & adfectionibus corporum atque elementorum mechanicis provenire?* R. 1. Pro varia corporum adplicatione multi existunt novi motus, & quantitates motuum a viribus internis provenientium, uti in subitis fermentationibus, accensione pulveris pyrii &c. hi motus sine dubio principium quoddam, & potentiam activam postulant. Leges mechanicas non sufficere mutationibus rerum explicandis, abunde demonstratum est. Gravitatem corporum a mechanismo, & pressione aut motu materiæ fluidæ

haud

haud pendere, consideratis fluidorum legibus intelligitur ex eo, quia ea gravitas *mutua* est, & *generalis*; neque instar alicuius nisus corporum ad punctum quoddam imaginarium, quod centrum vocant, spectari potest. Atque hoc uno argumento omnes hypotheses mechanicæ hactenus excogitatæ corruunt, præsertim cum motus corporum cælestium ceu planetarum & cometarum in vorticibus cartesianis ac spatiis materia resistente impletis peragi minime possit. Et quamvis planetæ omnes eadem ferantur directione ab occasu in ortum, & intra Zodiacum constringantur; tamen cometæ non pauci oppositas tenent vias, ac vagantur liberrime; id quod cum nullo fluxu aut pressione fluidi conciliari potest. *Caussæ continuo nexu procedere solent a compositis ad simpliciora* (inquit Rogerius COTES in secundam Principiorum Newtoni editionem) *ubi ad caussam simplicissimam perveneris, iam non licebit ulterius progredi; caussæ igitur simplicissimæ nulla dari potest mechanica explicatio. Si daretur enim, caussa nondum esset simplicissima.* Quæ Newtonus in Schol. Prop. 69. L. I. & in Schol. generali ad calcem L. III. Princip. Math. de spiritu quodam universali commemorat, qui ipsam corporum substantiam penetrans attractionum caussa existat; suspicor idcirco scripsisse virum providum, ut invidiam declinaret eorum, qui Peripateticas qualitates attractionis nomine postliminio reduci querebantur, atque ut Cartesianorum furorem subterfugeret; idcirco non abhorrere se ostendit ab ea opinione, quæ phœnomena gravitatis actioni materiæ fluidæ tribueret.

IV. *Attractio & repulsio corporum quomodo differt ab occultis qualitatibus VV. Peripateticorum, & sympathia, vel antipathia, quam iidem admiserunt?* R. Qui attractionem Newtoni occultam qualitatem vocant, ii nec, quid attractio Newtono, nec quid occulta qualitas antiquis Peripateticis denotet; satis intelligunt, nisi vocabulis fortassis ludant; quod si faciant, equidem scamnum adpellabo qualitatem occultam. NEWTONUS attractionis nomine designavit generale phœnomenon; aut generalem naturæ legem, qua omnes planetæ, & cometæ mutuum in se nisum exerunt perinde, ac lapis terrestris exerit nisum versus terram; porro si non con-

ſtet, unde is niſus lapidis oriatur; propterea negari haud poteſt, eundem reipſa dari; Similiter de attractione Newtoni differendum eſt. Sic enim ait L. III. Princip. in ult. Scholio generali, poſteaquam phœnomena cælorum & maris noſtri per vim gravitatis expoſuiſſet, *rationem harum gravitatis proprietatum ex phænomenis nondum potui deducere, & hypotheſes non fingo. Quidquid enim ex phænomenis non deducitur, hypotheſis vocanda eſt; & hypotheſes ſeu metaphyſicæ ſeu phyſicæ ſeu qualitatum occultarum ſeu mechanicæ, in philoſophia experimentali locum non habent. In hac philoſophia propoſitiones deducuntur ex phænomenis, & redduntur generales per inductionem; ſic impenetrabilitas, mobilitas, & impetus corporum & leges motuum, & gravitatis innotuerunt. Et ſatis eſt, quod gravitas revera exiſtat, & ad corporum cæleſtium & maris noſtri motus omnes ſufficiat.* Hæc Newtoni attractionem ſæpe nominantis mens ac ſententia eſt. Contra VV. Peripatetici per qualitates occultas, per ſympathias & antipathias volebant in certis corporibus certas & ſpeciales gigni qualitates, & certis quidem duntaxat temporibus, ac circumſtantiis, quin earum exiſtentiam aut productionem aliunde quam ab ipſo phœnomeno, ad quod explicandum easdem fingebant, ulla inductione probarent. Hinc NEWTONUS quæſt. ult. Optices ita diſſerit: *adfirmare, ſingulas rerum ſpecies ſpecificis præditas eſſe qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam in agendo habeant, certosque effectus manifeſtos producant, hoc utique eſt nihil dicere. At ex phænomenis naturæ duo vel tria derivare motus principia, & deinde explicare, quemadmodum proprietates & actiones rerum corporearum omnium ex principiis iſtis manifeſtis conſequantur, id vero magnus eſſet factus in Philoſophia progreſſus, etiamſi principiorum iſtorum cauſſæ nondum eſſent cognitæ.* Non poteſt igitur attractio qualitas occulta dici; cum eiusdem exiſtentia per obſervationes clariſſime demonſtrata ſit.

V. *Si attractio non niſi phænomenon eſt naturæ, explicare phænomena motuum per attractionem, quid eſt aliud, quam explicare phænomena per phænomena, hoc eſt, idem per idem; & lex naturæ quid aliud niſi genera-*

rale phænomenon denotat? R. Attractio non est specificum, & particulare phœnomenon, quod ex iis duntaxat effectibus cognoscatur, ad quos explicandos assumitur: sed phœnomenon generale, constans, ad certas leges reductum atque universalis proprietas corporum. Siquis dein particularia phœnomena ceu in æstu maris, perturbatione gravitatis terrestris, & anomaliis cælestium motuum per attractionem explicat, id reipsa agit, ut illud cum generali corporum proprietate, ac lege aliunde iam cognita consentire ostendat, & ad generalem legem reducat. Qua quidem methodo veritas caussæ proximæ exhibetur, simulque simplicitas naturæ deprehenditur, quæ per easdem leges, ac proprietates diversissimos effectus edit. Sic particulares corporum motus per generalissimas, & primas motuum leges, quas c. IV. Mechanices recensuimus, aut per leges conflictus corporum sæpe explicare solemus, quin porro de natura materiæ, ex qua eædem dimanant, disceptare debeamus, etsi revera illæ motuum leges non nisi phænomena sint nempe generalia, constantia, certisque modis determinata.

VI. *Admissa attractione nunquid & actio in distans admittenda est; quia gravitas corporum pro ratione massæ extraneæ, in quam ea tendunt, crescere debet* (§. CCCXV. Mechanic.) R. Qui attractionem Newtoniano more pro generali naturæ lege adsumit nihil de hac re definire cogitur, nec vero necessarium est ad progressum in Physica faciendum; Nec vero interest, quem potissimum ex binis conceptibus, quos attractionis vocabulo adfigere possumus, aliquis arripiat, (§. CCCXIII.) Tria hoc loco digna sunt, quæ animadvertantur: *primo* Etsi in hac re exitus non reperiatur, tamen, ut Musschenbrœkius recte observat, nec operationes corporum sese extrinsecus tangentium melius, quam attractionem intelligimus; latet enim quid sit vis, quomodo ex uno corpora exeat in aliud, quomodo corpori inhæreat, illudque transferat. Nihil præter effectus quotidianos observamus, adeo ut æque cæcutiant mortales respectu principiorum extrinsecus, quam intrinsecus operantium, etsi ea, quæ quotidie obversantur oculis, leviter prætermittamus,

mus, nec omnino admiremur. *Secundo.* Communicatio motus sola intellecta corporum impenetrabilitate nondum intelligitur (Schol. §. LII.) contactus vero corporum, aut contiguitas; perinde ac distantia eorundem non nisi relatio quaedam est, & modus existendi, ut adeo nec ex illo contactu de actione corporum mutuo se moventium distincta idea formari possit. *Tertio* Qui quodvis corpus vi sua interna motum inchoare aiunt, ita, ut massa extranea in illud non agat reipsa, sed duntaxat *conditio* sit, qua posita directio & celeritas motus determinetur, vocabulum adferunt, difficultatem non tollunt. Quomodo enim massa extranea celeritatem ac directionem alterius corporis determinet, quin in illud agat? aut qualem ideam huic vocabulo *conditio* subiicere possumus in hoc casu, si actionem, vel operationem quandam non subiicimus?

VII. *Si corpora mundi totalia certa lege sese trahunt, eaque vi gravitatis motus suos peragunt in caelestibus spatiis, & si minime corporum moleculae pariter certis legibus se attrahunt, vel repellunt, ob eamque caussam in massulas maiores & regulares coagmentantur; nonne fieri potuit, ut solo atomorum, seu molecularum concursu totum universum formaretur; ut adeo attractio Newtoniana toliat demonstrationem Dei ex hoc adspectabili universo desumtam, videaturque favere atheismo?* R. Etsi materiae & elementis corporum tribuatur vis interna in ipsa illorum natura insita (quod tamen adfirmate non defendunt Newtoniani) tamen evidentissimum est, sine creatore, primoque Motore nec materiae existentiam, nec Universi ordinem aut quemcunque statum haberi posse. Magnopere optandum est, ut quivis Newtonianae Philosophiae amans considerato systemate mundano, uti id in ea philosophia exponitur, tum spectatis legibus gravitatis universalis, ac specialium virium, demonstrationes summi creatoris, ac primi Motoris in theologia naturali a nobis propositas relegat, animoque a curis vacuo contemplandas sumat. Iucundissima enim, & copiosissima luce maximarum veritatum de existentia & perfectionibus Summi Entis perfruetur, statimque videbit, nullum esse

aliud

aliud philoſophandi genus, quod ipſum per ſeſe apertiore ordine doctrinæ, viaque planiore, ad cognoſcendum Deum, eiusque infinitam potentiam, perfectiſſimamque libertatem nos deducat, quam Newtonianum. Innumerabilia ſunt in hoc genere philoſophiæ, quæ a ſolo arbitrio, potentia, ac ſapientia primi ac ſummi Entis proxime atque immediate pendere demonſtrantur ceu definita materiæ exiſtentis quantitas operi libere electo adcommodata, eiusdem in certas maſſas ac globos totales diſtributio, globorum ſitus, ordo, primaque proiectio, & proiectionis certa directio, ac celeritas, ſine quibus etiam poſita gravitatis lege nulla conſtans orbita conficeretur. In hac philoſophia omne fatum, ac cæca neceſſitas longiſſime proſcribitur. Materia ad quamvis directionem ac celeritatem motus penitus indifferens oſtenditur, quippe quæ continuo per alias atque alias tangentium directiones in corporibus circa centrum ſuum actis nititur diffugere, & celeritatem in ellipſi identidem mutat. Prima globorum totalium diſtantia a centro virium nulla naturæ neceſſitate, ſed ſolo arbitrio conditoris determinari potuit; cum ea diſtantia perpetuo varietur, & omne fatum penitus immobile atque immutabile ſit. Præterea poſita certa diſtantia non quævis motus impreſſio, ut traiectorias conſtanti lege verrerent planetæ cometæque, ſatis fuiſſe demonſtratur, ſed quæ reſponderet, gravitati cuiusvis corporis in ea diſtantia, quam habebat a centro virium. Soli quoque arbitrio conditoris adſcribitur, quod in certam cæli plagam ab occaſu in ortum volvantur planetæ nonnulli, cum alii numero plures, quos cometas adpellant, per varia cælorum ſpatia liberrime diſcurrant. Ipſæ motuum perturbationes, uti plurimum confirmant hanc philoſophiam; ita omnem excludunt fati neceſſitatem, in qua nulla variatio habet locum. Quid de cauſſa motuum circa axem; quid de inclinatione axium ad diametros orbium; quid de varia inclinatione orbitarum ad ſe mutuo dicam? Elementorum ad quemvis inter ſe ſitum, ordinem, ac ſtatum indifferentium compoſitio in moleculas primigenias, harum indiſſolubilis cohæſio, definitus numerus, certaque diſtributio (quæ quidem

omnia proposito fini Universi, atque opificio condendo aptata sunt a sapientissimo Artifice) profecto non ex natura & essentia eorundem, sed unice ex voluntate ac sapientia potentiaque Entis infiniti derivanda sunt. Hæc igitur Philosophiæ laus, quod cognitionem supremi Numinis, frequentesque de Deo cogitationes suis cultoribus ingerat, ita propria est Newtonianæ methodo, ut non nemo vitio ei dederit, quod ea toties ad conditorem in naturæ explicatione recurrat. Sed sapienter Rogerius Cotes in secundam editionem Princip. Math. phil. Nat. ita præfatur: „ *sana omnis & vera philosophia fundatur in phænomenis rerum; quæ, si nos vel invitos reluctantes ad huiusmodi principia deducunt, in quibus clarissime cernuntur consilium optimum & dominium summum sapientissimi, & potentissimi Entis; non erunt hæc ideo non admittenda principia, quod quibusdam forsan hominibus minus grata sunt futura. His vel miracula, vel qualitates occultæ dicantur, quæ displicent: verum nomina malitiose indita non sunt ipsis rebus vitio vertenda; nisi illud fateri tandem velint, utique debere philosophiam in Atheismo fundari. - - - Extabit igitur Newtoni opus adversus atheorum impietatem munitissimum præsidium: neque alicunde felicius, quam ex hac pharetra contra impiam protervam tela depromseris.* „

Hæc qui expendit, non poterit non mirari, Wolfium Parte III. Philosophiæ moralis sive Ethices Edit. ann. 1751 *in schol.* §. 86. *in hunc modum scripsisse*: „ *Cum Isaacus Newtonus in principiis Philosophiæ naturalis mathematicis geometriam ad explicandam naturam transferret exemplo Archimedis & in primis Galilæi, & in natura geometrice tractanda felices fecisset progressus: in explicando autem motu siderum keplerianas hypotheses sumeret - - - ac leges quasdam attractionis generales dedisset, attractiones a Cartesio, & in Anglia a Roberto Boyle aliisque feliciter profligatæ, quasi ab orco in philosophiam revocatæ sunt; & sic tandem ex Gilberti attractionibus magneticis - - - & Lockii notionibus imaginariis ex tabula rasa Aristotelis revocatis, cui tentamen suum superstruxit, enata*

„ *est*

„ est philosophia quæ dicitur Newtoniana, cui cum quandam auctoritatem conciliasset nomen Newtoni geometræ „ summi, cuius eminentia in mathesin merita nunquam „ satis prædicabuntur, eam suam faciunt Athei moderni, quod tanta auctoritas faveat ipsorum fastui, quo „ semet tanquam cæteris omnibus acutiores super omnes „ extollunt. „ Multa hic sunt, quæ reprehendi possunt. Utinam Leibnitiana Principii rationis sufficientis explicatio, atque adplicatio, quam adoptavit Wolfius, tantumdem recederet a fato ac fatali necessitate, quantum Newtoni attractio insanis Atheorum conatibus repugnat. Sublato supremo Ente nulla est Physica Newtoniana, nulla est astronomia physica; quo magis mirere, a Wolfio ius naturæ sine summo Ente concipi vel explicari potuisse; quasi vero, ut Cotesius supra laudatus inquit, philosophia deberet in atheismo fundari, vel certe quidem ad atheismum adcommodari. Attractio Newtoni, tantum abest, ut ex orco educta sit, ut vere de cælo deducta, & prope divina dici debeat, cum ea ex cælestium corporum motu primo deducatur, nosque tam certis ac planis viis ad sempiternum optimumque Deum, qui principium est, & finis noster, veluti manu ducat. Quodsi ea ratio philosophandi, qua Socrates olim est usus, dum prætermissa explicatione naturæ de hominum moribus, morumque honestate disputavit, a Veteribus credebatur de cælo delapsa; non immerito ipsius quoque naturæ cognitionem duce atque Auctore Newtono a cælo nunc derivatam fuisse dicemus; cum ea non desperatione quadam rerum caussas inveniendi Deum velut per machinam advocet, neque per caducas hypotheses, neque per circuitiones quasdam, aut digressiones ad rem propositam parum adcommodatas de supremo Ente nos commonefaciat; sed per certissimas maximeque perspicuas cælestium motuum ratio[illegible], per naturæ leges inductione collectas, geometricis constructionibus, & analyticis formulis demonstratas tutissima, planissimaque ratiocinandi methodo ad summum naturæ Auctorem progrediatur, eiusque divinas perfectiones agnoscendas nobis, & admirandas proponat. Lockium scio scripsisse non nulla, quæ probari minime possunt; sed eundem de rebus præsertim Logicis & metaphysicis, quarum culturam post excultam a Newtono astronomiam,

& phyſicam maxime requirebat philoſopia, optime fuiſſe meritum, nemo inficiabitur, qui præiudiciorum partiumque ſtudii expers fert ſententiam. Non is profecto ex ſolo externo ſenſu, ſed ex reflexione quoque mentis primigenias ideas derivavit, neque id egit, ut rerum quarumvis notiones explicaret, ſed ut originem idearum inveſtigaret, atque inveſtigandi viam panderet; quæ res ſummi momenti eſt ad omnem veritatem tum inveniendam, tum explicandam. Quid enim laudis vel emolumenti habet philoſophica tractatio, quæ ex arbitrariis notionibus, methaphyſicis hypotheſibus & inani vocabulorum farragine prope tota compacta eſt? a Keplero non hypotheſes mutuavit Newtonus, ſed certiſſimas, veriſſimasque naturæ leges, quarum ope admirabilem atque immortalem attractionis theoriam condidit.

SCHOLION

De Principiis corporum, quæ a variis Philoſophis omnino varia conſtituta ſunt, ſaltem delibanda quædam ſunt hoc loco, cum plerique omnes plurimum temporis, operæque ei tractationi impendant. Verum res tota ad hiſtoriam rei literariæ ſpectat.

I. Antiquiſſimi Philoſophi id maxime egerunt; ut prima rerum elementa principiaque, ceu ultimas earundem cauſſas, indagarent. Sic enim aiebant: ſcientia eſt cognitio rerum per cauſſas; tunc igitur ſcientia potimur, ſi primas cauſſas, propter quas hoc potius quam alio modo res ſe habent, cognoſcimus. THALES omnium rerum materiam, primamque cauſſam eſſe aquam dicebat; fortaſſis idcirco, ut ait Ariſtoteles, quia nutrimentum rerum humidum eſſe vidit. ANAXIMENES & DIOGENES aerem priorem aqua, & maxime ſimplicium corporum principium ſtatuerunt: HIPPASUS autem Metapontinus, & HERACLITUS Epheſius ignem: Empedocles prioribus tribus elementis vulgaribus addidit terram. ARISTOTELES tria eſſe Univerſi principia docuit, *materiam*, *formam*, & *privationem*. De *materia* Ariſtotelis *prima* infinitas agitarunt Peripatetici lites, ac turbas.

II.

II. Renatus Descartes, qui & Cartesius dicitur, a prima ætate studiis deditus in philosophia, rebusque mathematicis maximos progressus fecit. Sed in explicanda cosmogenia mirum in modum indulsit ingenio. Deum aiebat sub initium rerum ingentem materiæ massam produxisse in particulas cubicas, inter se quam proxime æquales divisam; eidem motum indidit in diversas regiones: cum particulæ primum moveri cæperunt, aliæ aliis occurrentes variis in locis varios effecere *vortices:* circulari autem motu cubicarum particularum anguli confracti sunt, contritique; inde provenere tria corporum elementa, *primo* subtilis materia & ignea; *secundo* globosa & ætherea: *tertio* crassa & terrestris. In vorticibus circumrotatis subtilis materia centrum potissimum occupavit, rotunda atmosphæram, crassa vel interposita est, vel ad extimam delata superficiem. Hinc factum, ut vorticum omnium centra extiterint totidem soles vividi & ardentes: crassa materia paulatim incrustrata planetas effecit. Sed piget plura recensere; quis enim non videt, omnia hæc penitus conficta & fabulosa esse. Eleganter canit Stayus L. 6. Phil. Recent.

Denique turbinei prorsus cecidere tumultus.
Iam quid materia est subtilis & ætheris aura
Illa levis, quæ trans impervia cuncta meabat,
Impulsuque potens cuncta omniparente struebat?
Quid tria sunt elementa illa, unde exorta putatum est
Omnia, scobs, agilesque globi, molesque striata?
Scilicet in putres resoluta abiere ruinas. - -
Successit gravitas, submisit & omnia victrix
Protinus, atque alte cælo sublata refulsit,
Sola potens ima & media & cuniungere summa.

III. *Leibnitius & Wolfius* mundum ex *monadibus* compactum esse volunt, quas substantias simplices esse aiunt, vi quadam activa animatas, singulas singulis dissimiles. Id Leibnitius metaphysico argumento, quod *principium indiscernibilium* vocat, probare nititur; ac primo ex similitudine binorum entium sequi in Deo defectum quendam & velut sterilitatem, quasi non posset aliud atque aliud producere. Dein posita ea simili-

tu-

tudine nullam fore ait rationem sufficientem, cur unum eorum entium suum potius quam alterius locum occupet. Denique si mi$\int$crofcopiis inspiciantur minimae corporum partes, nullam alteri perfecte similem deprehendi adfirmat. At enim maior Deo potentia ac faecunditas tribuitur, si non tantum dissimilia possit procreare, sed & dissimilia, & usquequaque similia. Porro quaeritur, non quid *potuerit* creare, sed quid *re ipsa* procrearit. Argumentis autem §. LV. n. II. adductis persuademur, elementa corporum esse homogenea, seu similes substantias. Ratio, cur ens unum alteri perfecte simile hoc potius quam alio loco existat, voluntas Dei est, cuius ratio quaeri non debet. Dissimilitudo, quae in particulis corporum deprehenditur, relativa est, non absoluta, atque ex dissimili eorundem elementorum compositione oritur.

IV. Rogerius Boscovichius assumta Newtoni attractione, ac vi insita theoriam edidit, qua omnes vires tum in maioribus, tum etiam exiguis ac minimis distantiis agentes ad unicam legem reducere conatus est. Elementa corporum entia simplicia esse ait, homogenea, inextensa, certis viribus praedita, ex quarum diversis coniugationibus vires corporum, & molecularum nascuntur. Sunt autem in binis quibusvis corporum elementis seu punctis vires illae mutuae ad accessum, vel recessum, pendentes a distantiis; quae si minimae sint, vires exeruntur repellentes, ac pares extinguendae cuivis datae velocitati. Auctis vero intervallis iam evanescunt, iam in attrahentes, rursusque in repellentes abeunt, ita ut alterna haec vicissitudo in distantiis perquam exiguis saepius recurrat. At in distantiis paulo maioribus constanter attrahentes sunt, aguntque in ratione reciproca duplicata earundem distantiarum. Hanc virium legem Boscovichius designat per curvam, in qua per abscissas distantiae binorum punctorum, per ordinatas ex parte cruris asymptotici primi vires repulsivae, ex parte opposita attractivae, per puncta intersectionum denique limites exhibentur, quorum alios adpellat limites cohaesionis, alios non cohaesionis. Hinc, ait, bina materiae puncta in limitibus posita quiescere debere, extra limites consti-

ſtituta ad ſe accedere, aut ſe fugere motu ſemper accelerato usque ad proximum cohæſionis limitem &c. Schema huius curvæ paſſim extat in recentioribus philoſophiæ inſtitutionibus, nec aliud in præſenti reliquum eſt, niſi ut animadverſiones quasdam ſubiiciamus.

Primo diſtinguunt Boſcovichiani inter contactum *mathematicum* corporum, ſeu penitiſſimum, ut aiunt, & ſtricte talem, quo bina corpora, vel puncta corporum ita contigua ſunt, ut inter ea, niſi a ſe removeantur, nihil omnino interponi poſſit: & inter contactum *phyſicum* ſeu adparentem, quando bina corpora, vel corporum moleculæ ita contiguæ ſunt, ut nullum intermedium intervallum ſenſibus noſtris percipi poſſit. Contactum mathematicum, negant ſalvis naturæ legibus unquam haberi poſſe inter bina corpora, vel corporum puncta. Hinc impenetrabilitatem in vi repulſiva collocant, quæ in infinitum poſſit augeri, & par ſit extinguendæ omni vi, qua corpora ad mutuum contactum adpropinquant. Verum quod reſiſtentia, quam corpora in mutuo conflictu exerunt, inertiæ eorundem, non autem vi repulſivæ indefinite creſcenti adſcribenda ſit, ſupra adnotavi in Scholio §. LII. duplicem vero eiusmodi reſiſtentiam admittere, quarum altera a vi repulſiva infinita, altera ab inertia corporum finita proveniat, nihil eſt aliud opinione mea, quam plana, explicataque Mechanices principia novis difficultatibus, ac tenebris implicare.

Secundo. Sunt, qui in hunc modum argumentantur, non poteſt ullo argumento, probari, actionem corporum concurrentium fieri in penitiſſimo eorum contactu; etſi enim inter corpora colliſa nullum intervallum diſcernatur ſenſibus; tamen non ſequitur continuo, nullum reipſa intercedere; eoquod perexiguæ diſtantiæ corporum, & molecularum ſub ſenſus minime cadant; uti idem fit in interſtitiis corporum, quæ plurimis poris pertuſa ſunt, etſi eorundem partes omnino contiguæ adpareant. Atque hoc modo onus probandi penitiſſimum contactum corporum in adverſarios reiici poſſe exiſtimant. At enim, cum ex lege generali quodvis corpus perſeveret in ſtatu motus ſui, donec illum

illum mutare aliunde cogatur. legitime concluditur, mobile A pervenire ad intimum contactum coporis B quiescentis, & in linea directionis positi, nisi ostendatur vis prohibens eum contactum. Quocirca positivo argumento opus est ad excludendum contactum. Boscovichius communicationem motus attente considerans illud ex lege continuitatis desumsit, vi cuius nullum incrementum aut decrementum determinatæ ac finitæ velocitatis intra momentum aut limitem temporis mobili accidere potest, sed intra tempusculum continuum per omnes intermedios gradus infinite parvos velocitatis crescentis, aut decrescentis; fere ut incrementa celeritatis a gravitate genitæ continua sunt & infinite parva: sic idem in celeritate producta, aucta, imminuta vel extincta corporum inter se concurrentium, vel proiectorum vult contingere. Feratur corpus ea celeritate, qua intra $1''$ percurrat 6 pedes. Tum acquirat celeritatem maiorem, qua intra idem tempus conficiat 9 pedes. Si hoc incrementum celeritatis obtinuit corpus intra momentum temporis, *saltus* est factus. Si vero illud successive tempusculo quodam continuo per omnes intermedias magnitudines accepit, *lex continuitatis*, observata est. Ex hac lege istiusmodi argumentum formari solet a Boscovichianis.

Tertio. Si globus A celeritate $= 12$ incurrat in alterum B æqualis massæ, & perfecte durum, cuius celeritas minor est $= 6$; is globus A alterum globum B perfecte contingens, cum eo penetrabitur, aut globus B unico temporis momento a celeritate $= 6$ transibit ad celeritatem $= 9$ non transitis gradibus intermediis, adeoque faciet saltum; quod absurdum esse aiunt, & inductioni repugnare, qua res omnes in hoc universo paulatim, & per gradus continuos crescere observamus. Verum animadvertenda sunt quædam hoc loco. 1. Argumentum ex inductione petitum nil aliud conficit, nisi in actuali motu saltum fieri non posse. Quis autem legitime concludi opinabitur hoc modo: corpus ab uno termino ad alium recta pervenire non potest, nisi transito spatio intermedio: ergo quævis initialis aut finalis velocitas corporum non est finita

&

& determinata, sed necessario infinitesima. 2. Sine dubio extant quædam in natura vires, quæ non nisi per gradus intermedios crescunt, ceu vis gravitatis; ideone autem hæc proprietas ad omne genus virium, motuumque transferenda est? 3. In nullo temporis *momento*, seu indivisibili limite dari vel concipi potest velocitas quædam *actualis* (quia hæc continuum quoddam spatium, ac tempus requirit) sed *potentialis* duntaxat, sive determinatio, quæ inest in corpore, percurrendi certo tempore 12, aut 9 pedes. 4. Quemadmodum, si res quædam ex nihilo producitur, eiusdem *non esse* sive negatio existentiæ excluditur per ipsam existentiam actualem; sic in posito supra casu negatio trium velocitatis graduum in corpore B excluditur in dato momento ab ipsis illis gradibus iam existentibus. Hinc in momento collisionis seu novæ determinationis ad motum velocitas potentialis eiusdem non erit = 6, ut antea, sed = 9. Quovis autem tempusculo præcedente ea ex hypothesi sumenda est = 6. Ut res hæc schemate quodam illustretur, recta AB (F.IX.T.I.) verticaliter incedens per horizontalem B D motu suo designet hanc rectam BD, ita, ut eidem in puncto p, eoque temporis ac spatii momento concipiatur adiuncta recta m r. Si ea dein a puncto p discedens continuet suum motum, spatium ab illa descriptum comprehendetur binis rectangulis A p, & p C. Porro in puncto p, eoque momento, quo ad illud appellit, non iam concipi potest negatio rectæ m r, sed eius existentia; quovis autem tempusculo præcedente (momentum enim momento contiguum sumi non potest Phil. Prim. §. LIX.) concipienda est negatio eius incrementi; nec puncto p duplex ordinata m p & r p, sed sola ordinata m p respondet. Fateor abrumpi hoc modo continuitatem, nec ulla formula exprimi posse locum A M r m n, ac mutationem ordinatæ M P in m p. Verum æque contra geometricam continuitatem est, ut recta degeneret in curvam, & curva in rectam quam ut recta AB, vel r p alterius accessione repente abeat in maiorem m p. Illud prius Boscovichiani plane admittere coguntur, quando velocitas expressa per AB (F. X) ob novam determinationem per gradus intermedios, r p,

s q &c. abit in velocitatem constantem m p; neque id formula quadam exprimi potest.

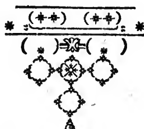
Quarto: Elementa corporum, inquiunt Boscovichiani, penitus inextensa sunt, & quodam intervallo inter se semper dissita, ita, ut inter bina quævis puncta possint alia, atque alia sine termino, & indefinite interseri. Nam elementa simplicia & indivisibilia, sed quæ spatium divisibile singula occupent, sumere, id putant, analogiæ naturæ repugnare, & inductioni desumtæ ab iis, quæ in sensus incurrunt. Quidquid enim materiæ cernimus in diversa spatii parte situm, id esse distinctum videmus, & separabile alterum ab altero. At enim, quia elementa simplicia materiæ a nemine eo usque extensa ponuntur, ut spatium sensibile occupent, non videtur hæc ratio satis firma. Sint enim ea extensa, sed intervallo perexiguo, quod minime sub sensus cadat; ac tum omne, quod sensu deprehendimus in diversa spatii parte situm, id pariter distinctum erit, & separabile alterum ab altero, quin continuo sequatur, ut, quæ in spatio divisibili illo quidem, sed quod infra aciem sensuum sit, existunt, pariter distincta sint, & separabilibus constent partibus. Lineam mathematicam ratione & conceptu nostro indefinite divisibilem esse, Geometria demonstrat. At interseribilitas indefinita elementorum physicorum & realium, si ideas nostras examinamus, non aliter a nobis concipitur, nisi ut una idea elementum quoddam inter binos terminos interponat, altera vero idea omnem extensionem eius elementi, simulque ipsum interpositum punctum quodammodo tollat nullo relicto prædicato reali; perinde ac si altera manus tolleret e bursa, quod altera ingessit; qua quidem ratione facile captu est, lacunam expleri nunquam posse.

Quinto denique plures in hac theoria virium limites, & frequentes alternationes virium, diversæ magnitudines arearum vires exprimentium, intersectiones curvæ sub diversis angulis pro arbitrio statuuntur; quo quidem modo hæc theoria fit versatilis in omnem partem, ut cum Cartesio propemodum gloriari possint Boscovichiani, se ex principiis suis plura explicare posse

Phœ-

Phœnomena, quam in natura contingant reipsa. Esse limitem quemdam virium in perexiguis elementorum distantiis, supra indicavimus. Verum pro iterata virium mutatione, quam ipsa elementa subire debeant, & pro limitum frequentia perpauca phœnomena suppetunt, quæ ab aliis fortasse caussis præsertim a varia compositione elementorum pendent. Sine dubio principium quoddam generale naturæ rite demonstratum ingentis accessionis loco in Philosophia habendum est; lexque unica paulo maioris momenti inventa in hoc Universi Theatro naturam velut in novam scenam inducit, ut multo aliter ac ante, spectandam se nobis præbeat. Verum penitus generales istiusmodi theoriæ nescio quid commodi adferant ad progressum in naturæ investigatione faciendum; quasve syntheticas deductiones magnopere admittant, cum præsertim explicationes phœnomenorum ac leges virium, secundum quas ea contingunt, non ex elementorum natura, sed constitutione, & proprietatibus moleculatum, earumque varia combinatione petendæ sint (uti §. LVI. ostendimus) atque inprimis ordo quidam in naturæ investigatione sit servandus, non autem prætermissis proximioribus caussis, altiorisque ordinis no oculis in intimam substantiam primorum principiorum sit irrumpendum. Hinc præstat opinione quidem mea, ignorantiam fateri exemplo Summorum Philosophorum, quam verba fundere inania, nihilque profutura, & magnis conatibus nihil agere. Libenter fatemur, inquit MUSSCHENBROEKIUS in Elementis, multa a nobis ignorari. Ut rationes ultimæ attractionum definiantur, prius videndum erit experimentis, in quibus corporibus eæ dentur: postea hæc ipsa corpora in sua principia solventia sunt solvenda, nempe in moleculas adhuc compositas (ad simplicia enim elementa nulla pertingit analysis) ut constet, ob quæ potissimum principia certæ mutationes & proprietates corporum dentur: tum demum vires ac leges detegendæ erunt. Atque his cognitis principium activum tuto inquiri poterit. Sequimur in hoc NEWTONI modestiam nobis præeuntis.

tis. „ *Hanc vocem attractionis* (inquit Quæst. 31. Op- „ tices) *ita hic accipi velim , ut in universum solummodo vim aliquam significare videatur , qua corpora ad se mutuo tendant , cuicunque demum caussæ attribuenda sit illa vis. Nam ex phænomenis naturæ illud nos prius edoctos oportet , quænam corpora se invicem attrahant , & quænam sint leges , & proprietates istius attractionis , quam in id inquirere par sit , qua efficiente caussa peragatur.* „ Similia GRAVESANDUS habet. Ex hoc præclarissimorum virorum , principumque emendatæ Physices iudicio colligi potest, quid disputationi de natura & viribus primorum elementorum tribuendum sit.



SE-

SECTIO II.

De Igne, & connexis Proprietatibus.

CAPUT I.

De Calore, & inflammatione Corporum.

Materia ignis fluidum est quoddam universale, quod omnibus prope mutationibus corporum se miscet & pro motuum, quibus adfici potest, diversitate admodum diversos effectus edit; ut perdifficile sit, res tot, ac tantas vel indicare duntaxat paucis verbis, necdum adcurate exponere.

§. LVIII.

Definitio. De calore, igne & luce cum differitur, communibus ideis sensuum, vitæque usu comparatis primo acquiescendum est. Quando igni culinari adpropinquamus, caloris, ignis, & lucis sensationem una acquirimus. At res istæ sæpe disiunctæ sunt. Est enim calor sine igne & luce, uti in fornace: ignis in phosphoris sine calore: lux electrica non modo a calore; sed etiam igne differt. Nam ignem fere nominamus, cum flamma præsto est, uti in accensis lignis, vel ardente lampade. Corpus quodcunque firmum seu fluidum in eo statu positum, ut facta in tactu seu fibrillis membranarum corporis nostri mutatione sensationem caloris excitet, *actu calidum* vocatur: *calorificum* est, quod eiusmodi statum in alio corpore valet producere. Nec tamen sensus nostri fideles caloris vel gradus eiusdem testes sunt.

§. LIX.

Observatio I. *De origine caloris.* Calor oritur quadruplici potissimum modo. Primo frictione, percussione & affrictu corporis ad alia corpora. Patet in terebra, lima, serra celeriter reciprocata, metallis ad in-

incudem, vel inter se attritis, in axibus rotarum, funium celeri ductu per manum &c. calorem explosi globi bellici, cum intra tempus perbreve a pulvere accenso magnopere incalescere non possit, ex attritu ad machinam, & aerem in quem celerrime incurrit, oriri putant. *Secundo* mixtione heterogeneorum se mutuo solventium cum fermentatione quadam uti fit in calce viva cum aqua simplici mixta. Similiter fœnum frigidum in densos acervos congestum, ac valde madefactum, calorem ac sæpe flammam concipit. Si limatura ferri cum pari sulfuris copia in pastam aqua subactam redigitur, terraque leviter tegitur, ea brevi tempore effervescit, captaque flamma disploditur. *Tertio præsentia corporis alterius calidioris*; quo modo membra nostra ad ignem incalescunt. *Quarto ex radiis lucis in focum collectis*, qui si satis copiosi sunt, non modo calefaciunt corpora, sed perbrevi tempore durissima quæque metalla, & semimetalla fundunt, in calcem, & vitrum redigunt aliosque effectus edunt prorsus admirandos.

§. LX.

Observatio II. *De communicatione caloris.* Quodvis corpus calorem, quem continet, cum aliis vicinis paulatim communicat, sive calor corporum semper æquilibrium adfectat; Si in loco spatioso, inquit Musschenbrœkius in Elem, §. 793. plurima fuerint corpora, firma & fluida, veluti ferrum, plumbum, marmor, villus, lana, plumæ, cotoneum, lignum, suber, vinum, aqua, vitrioli oleum, mercurius, vel alia quæcunque; atque hæc aliquot horis sibi commissa sint: locus autem nec a sole, nec ab excitato igne, nec ab hominibus calescat, adparebunt omnina hæc corpora ope mobilissimi thermometri æque calida. Sed tempore continuo paullo longiore opus est ad æquilibrium hoc inducendum; nec enim omnia corpora pari facilitate ignem dimittunt, nec recipiunt, uti ex sequentibus observationibus potest colligi.

§. LXI.

Obſervatio III. *De Lege communicationis caloris.* Spectari hoc loco debet tum *gradus* caloris, quem corpora ab alio calidiore recipiunt, tum etiam *tempus*, intra quod certum gradum acquirunt, vel acquiſitum retinent. Ac *primo* corpora denſiora plus caloris recipiunt & velut extrahunt ex alio corpore calidiore, quam rariora. Hinc ferrum candens citius frigeſcit in mercurio, quam aqua aut aere. Metallum magis incaleſcit a radiis ſolis, quam lignum eiusdem magnitudinis. Aqua frigidior videtur noſtræ manui, quam aer, quamvis utrumque fluidum thermometri teſtimonio æque caleat; quod idem in marmore, ferro & ligno vel lana æque calidis & manu attactis, fieri ſolet. Corpora enim denſiora plus caloris, recipiunt, & quodammodo extrahunt e manu. Si metalla, ſaxa, lapides, ligna, fluida vaſis incluſa, poſteaquam calefacta ſunt, involvantur lanæ, plumis, pellibus animalium, pilis &c. diutiſſime calent: aliis corporibus denſioribus conſtricta citius refrigerantur; quod etiam in aere contingit, etſi admodum rarus ſit, ob alias atque alias aeris partes ad corpus calidum allabentes. Corpora igitur denſiora *plus caloris* recipiunt ab aliis. *Secundo* Eadem *tardius* incaleſcunt, verum calorem diutius retinent, uti obſervatur in ferro, cupro, ſaxis: contra quo leviora ſunt corpora, eo citius igne orbantur; hinc aer citius calorem perdit, quam alcohol, hoc citius aqua, hæc citius mercurio. *Tertio* Quo corpora eiusdem materiæ & ſoliditatis maiorem habent ſuperficiem, eo citius, æqualiter calefacta & in eodem medio poſita, calorem deponunt. Plus enim caloris, cuius eadem quantitas in ſingulis continetur in hac hypotheſi, per maiorem ſuperficiem exit, quam per minorem. Hæc lex uſui eſt in conſtruendis fornacibus; ita e. g. inter omnia parallelopipeda eiusdem ſoliditatis minimam omnium ſuperficiem tenet cubus.

§. LXII.

Obſervatio IV. *De effectibus caloris.* Præcipuus

I 3 ef-

effectus caloris est expansio corporum secundum omnem dimensionem. Ab eodem autem igne corporum diversorum expansio non est æqualis, nec fit intra idem tempus, nec expansio rationem inversam densitatum, neque inversam cohærentiæ, nec ullam rationem ex binis prioribus compositam sequitur, sed fit absque lege; vel certe ad legem adhuc revocari non potuit. Inter metalla citissime rarefit stannum, sequitur plumbum, tum argentum, aurichalcum, cuprum rubrum, tardissime ferrum. Inter fluida cognita vi ignis maxime ac citissime expanditur aer, ut, si in spatium quater millies maius rarefactus sit, adhuc conatum aliquem se expandendi exerat. Hæc expansio corporum, uti & gradus caloris, quem concipere possunt, certos limites in singulis habet, ad quos si pervenerint, nec expanduntur, nec incalescunt magis, sed si firma sunt, funduntur, vel in calcem, vitrum, aut cineres abeunt: si fluida, evaporant.

Expansio corporum cohærentium examinatur pyrometro: fluidorum expansio per globum vitreum, cui tubulus eiusdem materiæ adnectitur, ut fit in thermometris. Siqua corpora præter generalem legem contrahi videntur calore, id adscribendum est discessui materiæ fluidæ potissimum aqueæ, qua avolante partes corporis vi mutua propius ad se accedunt; uti observatur in lignis arborum, fruticum, animalium ossibus, chordis ex intestinis eorundem factis, in membranis, ebore &c. Sunt alii præterea effectus caloris, ceu fusio, evaporatio liquidorum, exhalatio solidorum, incineratio &c. de quibus suo loco agemus.

§. LXIII.

Propositio I. *In quovis corpore actu calido inest motus intestinus, tumultuarius ac perturbatus tum materiæ cuiusdam subtilissimæ, tum plurimarum partium minimarum ipsius corporis.* Probatur. Attritu, & frictione corporum excitatur tremor, & oscillatio partium eiusdem, & materia ignea ex aliis interstitiis eiicitur, in alia protruditur: maiores corporis moleculæ eius motu ac vi solvuntur in minores, aliasque agitant, & im-

pelluntur ab aliis, ut adeo ſoluta cohæſione corpora molleſcant, aut fundantur, flammam concipiant, aliasque ſubeant mutationes ab inteſtino, ac tumultuario motu pendentes, qualis inprimis eſt expanſio & rarefactio corporum calidorum, efferveſcentia, ſolutio, inflammatio; de qua nunc agendum.

§. LXIV.

Propoſitio II. *Status ille corporum, in quo ardentia, inflammata vel accenſa adpellantur, eſt ſpecies quædam fermentationis ſolutionem radicalem corporis & vehementiſſimum inteſtinum motum continens, quo ſulfur phlogiſticum cum partibus aqueis, ſalinis, ac terreis primo mixtum & agitatum in ſua principia reſolvitur, ac in vapores & halitus diſſipatur.* Probatur ex ipſa analyſi corporis accenſi, & combuſti, cuius exemplum commemoratum eſt §. LVI. Etſi autem flamma ſit aggregatum ex diverſis partibus heterogeneis corporis ſoluti; tamen id, ob quod corpora flammam concipere, ſeu accendi poſſunt, eſt ſulſur eiusdem primigenium; eo enim detracto aut diſſipato nihil ineſt in corporibus, quod inflammari poſſit. Si vegetantia a ſuperficie ad medium ignita ſint, nec tamen in cineres redigantur, obtinetur *carbo*, ſive eiusmodi pars vegatabilium, ex qua vi prioris ignis eæ duntaxat aquæ, ſpiritus, ſalium, & olei partes, quæ minus involutæ ſunt, magisque volatiles expelluntur relictis aliis eiusdem generis ſed arctius, atque intimius conſtrictis. Si enim carbo de novo inflammetur, emittit fumum tenuem quidem, & halitus ſulfureos, qui reſpiratione attracti in loco clauſo, dum aerem reddunt parum elaſticum, enecandis animalibus pares ſunt; quod familiare eſt accenſo ſulfuri. Hoc paulatim reſoluto ac diſſipato relinquuntur cineres, ac ſales, qui nequaquam flammam concipiunt. Similiter in vegetabilibus putrefactione redactis in pultem, in balſamis, gummatis, quæ ex plantis naſcuntur, in reſinis, ſi inflammentur, flamma non niſi tenue oleum depaſcit, quo facto nihil reliquum eſt, quod porro flammam concipiat. Spiritus autem fermentatione producti ex vegetabilibus,

& destillatione, ac rectificatione repetita purgati, atque ita versi in alcohol, flamma pura, & lucida sine fæce deflagrant. Igitur istuc oleum, seu phlogiston aut sulfur primigenium est id, propter quod corpora inflammabilia sunt, & cuius solutione radicali in vapores & halitus corpora comburi, seu deflagrare dicuntur, quodque *pabulum ignis* adpellatur.

§. LXV.

Explicatio Phœnomenorum Quorundam Caloris Et Ignis.

I. Diversitas graduum caloris ac temporis, quo corpora gradum quempiam acquirunt, aut retinent, sine dubio tum a diversitate molecularum, quibus constant, tum varia illarum compositione, magnitudine, duritie, mollitie, elasticitate pendet; quæ omnia parum adhuc explorata sunt, nec ad certas leges reducta.

II. Inde etiam diversitas mutationum oritur, quas corpora vi caloris, & ignis subeunt, quales sunt 1° *fusio* e. g. metallorum; quæ quidem adiectione tertii corporis sæpe iuvatur; sic omnes terræ, quæ per se ab igne terrestri vehementissimo ne fundi quidem possunt, ope salium alcalinorum in fluidum vitrum vertuntur. 2. *candefactio* corporum, seu status, in quo ignis non modo sub ratione caloris, verum etiam luminis, sine flamma tamen & sensibili partium propriarum dissipatione sensus adficit. Triplex fere illius est gradus: primo si corpus in igne colorem subobscurum induit: secundo si rubrum, & magis splendentem: tertio si subalbicantem exhibet. Candefactio in quibusdam metallis nunc prior est fusione, nunc posterior. Ferrum primo candet: postea funditur: plumbum prius funditur, quam splendescat, ac tum maximam ignis copiam, non cum funditur, sed posteaquam ad splendorem reductum est, continet. Metalla omnia postquam in fluorem redacta maximam ignis copiam in se receperunt, licet diutissime igniantur, non plus caloris vel ignis capiunt, sed protinus in auras avolant, partim vertuntur in cineres, hi in vitrum. 3. *Incineratio.*

tio. Quando partes corporis accenſi diſſipatis volatilibus, rediguntur in cineres, quorum elixatione, & lixivii inſpiſſatione, obtinentur ſales fixi. 4. *Combuſtio*, ſi partes in fumum & fuliginem reſolvuntur. Utroque hoc caſu habetur inflammatio perfecta; nam 5. imperfecta, quae *uſtio* dicitur, fit, ſi ſolum pars ſulfuris phlogiſtici, quod corpori ineſt, comburitur, alia parte relicta incombuſta, uti in carbonibus & ſudibus praeuſtis contingit. 6. *Deflagratio*. ſi omni exuſto ſulfure, adiſſipata parte corporis volatili reliqua eius miſcibilia ſeparata, & pura obtinentur. 7. *Calcinatio*, ſi exuſto ſulfure relinquitur materia nullo iam ordinario igne fuſibilis, ſed friabilis ſolum, & facile in pulverem convertenda. Aiunt, ex calcinatione augeri nonnunquam pondus corporum, ipſumque adeo ignem *ſenſibiliter* gravem eſſe. De igne ut vocant, *uſuali*, ſive heterogeneis partibus terreis, ſalinis &c. miſto facile id ſibi quivis perſuaſerit. At ſi calcinatio fit ope radiorum ſolarium in vaſis clauſis, pondus, ſi quod materiae calcinatae accreſcit, haud ſane ſubtiliſſimae ac purae luci tribui poteſt, ſed vel ex vitro, vel materia inflammabili mixtaque, unde unde velis, accedit. Puto, experimentis in hoc genere captis nondum fidendum eſſe. 8. *Detonatio*, quae eſt repentina corporis incenſi diſploſio, qualis ſaepe ardentibus iam lignis exoritur. 9. *Fulminatio*, ſi ipſa inflammatio coniungitur cum ingenti crepitu, ceu in pulvere fulminante, qui una parte nitri, duabus ſalis tartari, & tribus florum ſulfuris triturando probe commixtis paratur. 10. *Decrepitatio*, ſi accenſio cum minore ſtrepitu coniungitur, qualis percipitur ſale ad ignem adſperſo. 11. *Fulguratio*, ſi corpore inflammato repentinum & intenſum fulgur exiſtit. Horum ratio maxime petenda eſt ex vi naturali repulſiva, quae in omni inflammatione ſe exerit, tum ex diverſa vi cohaeſionis reſpectiva ſalium ad ſulfur potius, quam partes metallicas, denique ex harum fixitate, & volatilitate ſulfuris phlogiſtici. 12. *Ebullitio*, ſeu coctio fluidorum. Si aqua in phiala vitrea ignitis carbonibus imponitur, primo interior phialae facies, ac maxime fundus plurimis bullis aeris tegitur, quae aucto calore aquae increſcentes ad ſum-

mam eius superficiem demum emergunt, ac dissiliunt. Dein a fundo vasis subtilissimus aquæ vapor ascendit, per totam fluidi massam diffusus eius diaphaneitatem minuit. Postea aucto identidem calore minutissimæ bullulæ e fundo ad supremam superficiem eluctantur, & paullo post aqua elevatur ebullitionis motu, & grandiores exhibet bullas in superficie dissilientes. Continuato aliquamdiu motu ebullitionis, nec calor aquæ, nec expansio crescit, sed tota massa paulatim solvitur in vapores. Similia prope fiunt in aliis liquidis igni impositis, ubi intestinus ac perturbatus motus in oculos incurrit, & iam ante ebullitionem manifestus fit ex agitatione tenuium pulverum coloratorum aquæ iniectorum. Si ebullitio fit loco obscuro, videntur quasi integri flammæ torrentes per fundum ingressi totam aquam pervadere, & sursum emergere ex superficie.

III. Solutio radicalis corporum accensorum, & celeres, vehementesque displosiones sine viribus internis ac specialibus concipi non possunt. Etsi enim motu intestino, compressione ac dilatatione partium elasticarum aliarumque in alias incursu magnæ commotiones & mutationes effici debeant; tamen ex solo mechanismo non intelligitur, quomodo ignis tanta copia & vi concentrari, & aer ita comprimi potuerit inter partes corporum, ut dein tam enormi impetu erumpant, partesque disiiciant. In quibusdam corporibus, etsi repulsiones quædam in fermentatione fiant, tamen nulla observatur motus vehementia: in aliis violentæ fiunt mutationes, displosiones, effervescentiæ, ita ut vires attrahentes non gradatim, sed momento in repellentes abiisse videantur. Dein corporum inflammatio, ac solutio radicalis, si apta materia præsto sit, celerrime progreditur, uti fit incendio ex scintilla exorto, si enim in paucis particulis fermentatio inducta est, eæ amisso situ, & æquilibrio virium alias atque alias concitabunt, altiorumque ordinum moleculas plurimas dissolvent pro varia corporum constitutione in alias minores particulas aut maiores, quæ specie fumi, vaporum, aut lucis eiiciuntur, ut adeo mutationes calore & igne productæ non soli caussæ externæ, sed vel ma-

maxime ipsis viribus internis corporis accensi, vel cacalefacti adscribendæ sint. Materiam oleosam, ac sulfuream in omnibus corporibus, quæ inflammari possunt, contineri reipsa, resolutio eorum corporum ostendit. In regno minerali habetur sulfur vulgare, succinum, oleum petræ &c. in vegetabili olea destillata, & expressa, balsama, resinæ &c. in animali butyrum, lac, adeps &c. fieri autem potest, ut principium sulfureum in non nullis corporibus admodum fixis reipsa insit, sed aliis particulis non sulfureis, & paullo crassioribus ita constringatur, ut ordinaria vi ignis satis dissolvi non possit, nec corpora inflammabilia efficiat. Hoc modo telæ & chartæ ex asbesto confectæ comburi nequeunt; & metalla inter corpora inflammabilia ac sulfurea non censentur, etsi sulfure non careant; eo enim combusto in igne vehementi abeunt in calcem: addita huic calci materia inflammabili, ceu sebo, adipe, oleo &c. rursus in metalli formam redeunt.

IV. In flamma corporum ardentium multa distinguit, & consideratione digna iudicat acutus philosophus, quæ a rudibus præteriri solent; uti sunt *primo* diversa crassities & magnitudo partium solutarum; aliæ enim crassiores specie fumi avolant, qui collectus sub forma fuliginis, novoque igne solutus ac magis attenuatus eundem denuo alere potest. *Secundo* atmosphæra aqueis vaporibus maxime constans, & flammam ambiens, quæ tum maxime adparet, si binæ flammæ candelarum iunguntur. *Tertio* motus sursum, qui tum a vi repulsiva partium, tum ab aere oritur, in quo flamma veluti natare videtur. *Quarto* figura conica flammæ, quæ ex quovis puncto laterali copiosas partes expellit, ut eo pauciores supersint, quo altius flamma ascendit: si ope annuli, vel tubuli, per quem flamma transit, partium lateralium dissipationem impedimus, maior copia sursum ascendit, longioremque flammam facit. *Quinto* aeris ambientis vis, qua flamma coercetur, quæque in vacuo Boyliano cito dissipatur, ita ut fumus recta primo ascendens deorsum tendat.

V. Maxime consideranda hic est structura, & usus thermometri seu thermoscopii, quod est instrumentum

tum caloris & frigoris gradui menſurando adcommodatum. Eius genera varia ſunt excogitata: omnia conſtabant tubulo vitreo adnexa ſphæra vel ampulla ampliore; hæc una cum tubulo ad certam altitudinem implebatur fluido quodam, ceu oleo, ſpiritu vini, mercurio, cuius expanſione calor, contractione frigus notatur: utriusque gradum adiecta ſcala indicat. De hoc inſtrumento eruditæ diſſertationes complures prodiere hac ætate, ex quibus nonnulla adnotabimus hoc loco, quæ ad inſtitutum noſtrum maxime ſerviunt. 1. Quoniam diverſi liquores ab eodem calore inæqualiter expanduntur, idemque liquor in tubulo anguſtiore altius aſcendit, quam in ampliore; idcirco obſervationes per diverſa thermometra in diverſis locis factæ nunquam inter ſe comparari poterant. Quare opera data eſt a viris doctis, ac ſollertibus, ut *thermometron univerſale* conſtrueretur, cuius ope variationes caloris & frigoris diverſis thermometris, diverſis etiam locis ac temporibus obſervatæ inter ſe comparari, & ad unam veluti menſuram reduci queant. Eiusmodi thermometra maxima diligentia conſtruit celeberrimus Mechanicus Auguſtanus Georgius Fridericus Branderus de re omni phyſica & aſtronomica optime meritus, addita eorum deſcriptione adcurata. Utitur ſpiritu vini, quo pulvis pyrius accendi queat, quique proin a partibus aqueis ſatis purgatus eſt, & ob æquabilem expanſionem determinandis gradibus caloris maxime ſervit. Captis pluribus experimentis conſtat, eiusmodi ſpiritum nec congelationis periculum ſubire in noſtris regionibus, ac præterea gradum aquæ ad ebullitionem calentis ſuſtinere. Suprema tubuli pars hermetice clauditur relicto aere copioſo, eiusque denſitatis, ut mercurium in tubo Torricelliano ad 27 poll. & 9 lin. elevare poſſit. Magnitudo ac cavitas ſphæræ ac tubuli diligentiſſime examinatur in hoc genere thermometrorum, ut in ſingulis æquales ſint, vel certam inter ſe proportionem ſervent. Quia puncto quodam fixo opus eſt, a quo initium numerandi gradus caloris ſurſum, & gradus frigoris deorſum ſumi queat, opera data eſt, ut eiusmodi punctum *conſtans* reperiretur. In cella ſubterranea obſervatorii Pariſienſis, cuius

pro-

profunditas eſt 84 pedum, in muri cavitate quadam thermometron eundem conſtanter ſtatum retinere obſervatum eſt; qui ſtatus mediocritatem quandam inter calorem & frigus indicat, & in aliis quoque profundis foſſis eſt deprehenſus. Hoc igitur puncto aſſumto ſpatium inter id & punctum ebullitionis aquæ quod pariter ſatis conſtans ubique reperitur, in 100 partes æquales (ſiquidem eadem ſit amplitudo tubuli per totam eius longitudinem) dividitur: uti & ſpatium inferius ab illo puncto fixo usque ad ſphæram in partes ſeu gradus æquales ſolet dividi. Ex utroque tabulæ latere adiectæ ſunt ſcalæ, quarum ope obſervationes per octo diverſa genera maxime celebria thermometrorum inſtitutæ comparari, & ad menſuram thermometri huius univerſalis redigi poſſunt, ut ſi e. g. aqua ebulliens in thermometro Fahrenheitiano notet 214 gradus, his in thermometro univerſali reſpondeant gradus 100. Siquis calorem olei ebullientis explorare vellet, ſine dubio adhibendum eſt thermometrum ex mercurio confectum, eoquod ſpiritus vini citius ebullit, quam ut calorem olei intenſum ferat. Uſus thermometri multiplex eſt; præcipue ſtatui atmoſphæræ explorando ſervit. Haleſius multas obſervationes de calore ad incrementum plantarum neceſſario, tum etiam de calore, quo ſanguis animalium adficitur inſtituit. obſervationes Botanicas perutiles etiam Branderus in diſſertatione cit. commemorat.

VI. *Æoli pila* vulgaris eſt vaſculum ære fuſum, aut craſſiore cupro elaboratum, cui inſeritur canalis prope ad fundum pertingens, atque in os anguſtum deſinens. Impoſita carbonibus pila dum incaleſcit, aere interno rarefacto, ſi os tubuli immergitur aquæ, aut ſpiritui vini, aquam haurit, ſeu potius aqua aut ſpiritus vini ob maiorem aeris externi preſſionem per os tubuli intruditur ſat magna copia. Si dein vaſculum dimidiam circiter partem liquore repletum carbonibus iterum imponitur, liquor in tenuiſſimos vapores rarefactus magno ſibilo erumpit. Hic vapor prope inſtrumentum calorem continet digitis vix tolerabilem, quoniam ibi particulæ valde adcumulatæ ſunt; quo longius vero ab orificio receſſeris, eo magis calor remittitur; expelluntur autem hi vapores ab aere incluſo valde elaſtico,

cu-

cuius pars simul erumpens ventulum quendam efficit. Si vapores aquæ excipiuntur charta, aut phiala non nisi aquam ordinariam referunt. Si autem spiritui vini camphorato in vapores soluto admovetur flamma, ventus inde oritur igneus cum strepitu. Si aquis odoratis impletur vasculum, totum conclave gratum odorem haurit; quod indicio est, vapores ita emissos pristinam naturam non penitus mutare. Sacrificuli Ægyptiorum (ut KIRCHERUS narrat Tom. 2. Class. 8. c. 3. §. 2.) simili instrumento statuæ Æoli admoto ventos præsagiebant nautis, & pro libidine prosperos, vel adversos nunciarunt. Hinc Æoli pila dicta est. Iidem cava sphæra & tubulis per ordinem dispositis usi sunt, ut statua Cybeles guttulas, ceu nectar divinum stillaret, & altaria multo rore conspergeret.

CAPUT II.

De Proprietatibus Lucis.

Duæ sunt de natura lucis controversæ sententiæ: aut enim ea in effluviis sita est, quæ ex corpore lucente instar tenuissimi vaporis summa velocitate emissa in organum visus incidunt, & sensationem lucis & caloris excitant: aut habetur per vibrationes materiæ elasticæ quaquaversus diffusæ & a corpore lucente ad motum oscillatorium concitatæ. Alterutram ex binis hisce sententiis veram esse, dubitari vix potest. Quæ enim a veteribus Peripateticis de qualitate, & a Cartesio de conatu materiæ duræ ac globulosæ recedendi a centro fuere conficta, ea instar aliarum hypothesium sine honore iacent hac ætate. Porro ut de natura lucis ferri sententia quædam possit, eius proprietates antea spectandæ sunt.

§. LXVI.

Definitio. Lux est id, per quod corpora a nobis remota visibilia fiunt. Quænam sit illa sensatio, quæ a nobis sensatio visus, lucis, coloris dicitur, percipi potest sensu; homini cæco explicari non potest; cum lucis idea simplex sit. Spatium, per quod corpus remotum

tum conspici potest, vocatur *medium*, idque *liberum*, si nihil propemodum materiæ in eo sit: si sit ibi materia quædam, erit medium *resistens*; quia ex generali inductione omni materiæ inest vis inertiæ, qua motui corporum resistit. Corpus adpellatur *lucidum*, si alterius præsentia non eget, ut visibile sit, sive ex quo ipso immediate lux emanat; *illuminatum*, quod, ut visibile fiat, exigit præsentiam alterius corporis lucidi. Prioris generis corpora sunt stellæ fixæ, in quarum numero est sol: tum flamma quævis corporis ardentis: posterioris generis sunt planetæ, qui non nisi luce solari visibiles fiunt. Lux cum in corpore lucido est, nuncupatur *primitiva*: quatenus est in medio, per quod diffunditur, *derivativa*. Si lux in effluvio substantiali, id est, ex substantia corporis lucidi erumpente sita est, vix opus est hac distinctione.

§. LXVII.

Propositio I. *Lux ex quovis puncto conspicuo corporis lucidi vel illuminati, veluti ex centro per radios divergentes quaquaversus propagatur.* Nam alias id punctum in aliqua parte spatii, quam superficies corporis visibilis respicit, non esset conspicuum; quod est contra hypothesin. Idcirco quodvis punctum conspicuum corporis visibilis vocatur *punctum radians*.

§. LXVIII.

Propositio II. *Propagatio lucis, seu singulorum eius radiorum fit per lineas rectas, si ab obstaculo quodam extraneo non detorqueantur a via recta.* Si enim ex puncto radiante ad oculum duci potest linea recta nullo interposito obice, id punctum conspicuum est: at inter punctum radians, & oculum opaco interposito corpore, umbra post huius tergum proiicitur, quæ radiis corporis opaci margines perstringentibus terminatur; quia iidem ex puncto radiante veluti ex centro egressi recta progrediuntur, nec inflectuntur post tergum corporis. Hinc planetarum oriuntur umbræ ab illorum parte aversa a sole; uti est umbra Jovis, in quam si in-

incurrat satellitum quidam, eripitur nostris oculis, & *eclipsin* pati dicitur, quia opposito corpore Jovis radii satellitis ad oculum nostrum recta pervenire nequeunt. Eiusmodi ingressus satellitis in umbram vocatur, *immersio*, egressus vero *emersio*.

§. LXIX.

Propositio III. *Lux a corporibus quibusvis e. g. stellis fixis, planetis &c. ad nos pertingens propagatur successive.* Tardius enim ad nos venit, si viam longiorem: celerius, si breviorem conficere debet. Sit (Fig. XI. Tab. I.) C M O N orbita terræ; in S sol: arcus L Q pars orbitæ Jovis: A B orbita satellitis. Terra existente in O, Jupiter erit in oppositione cum sole, ac lumen a satellite ad terram reflexum percurret viam A O: Si autem terra existat circa C, Jupiter erit in coniunctione cum sole, ac lumen satellitis emetiri debebit viam A C, donec ad nos pertingat. Tempus, quod intercedit ab una eclipsi satellitis intimi ad alteram, dum Jupiter soli fere opponitur, est $\overset{d}{1}.\ \overset{h}{18}.\ \overset{\prime}{28}.\ \overset{\prime\prime}{36}$, sive $42\frac{1}{2}$ hor. circiter. Si igitur lumen, dum a satellite ad terram descendit, nullum impenderet tempus, tunc singulis $42\frac{1}{2}$ horis conspiceretur eclipsis. At constat repetitis, ac certis observationibus, eclipses tardius contingere, cum Jupiter coniunctioni vicinus est, ac terra circa C existit, quam dum Jupiter est in oppositione, ac tellure circa O existente lux a satellite reflexa minorem viam conficere debet.

Huic invento de successiva luminis progatione non pauca primo opponebantur. Sed qui eadem adversabantur, tum ipsi postea fassi sunt, in calculos suos, quibus contrarium evincere conabantur, aliquid erroris irrepsisse, tum aliarum observationum evidentia sunt coniuncti, ut nemini iam oppositi suspicio veniat. Hinc Caulius: „ Certum „ est, inquit, observationibus satellitum Jovis suffragan„ tibus, lumen, quo nobis obiecta redduntur, visibilia, „ indigere tempore admodum sensibili, quo ab obiecto „ ad oculum perveniat, dum obiectum valde magnum habet

„ *bet distantiam, e.g. radius a sole emissus ad terram non* „ *pertingit, nisi tempore octo minutis maiore elapso.* „ *Eadem successiva propagatio lucis ex refractione eiusdem & infractione ab non nullis colligitur in hunc modum: Si lux prope acies tenuissimas corporum transit, aliquantum inflectitur: si ab uno medio datæ densitatis transit in aliud medium densitatis diversæ, priorem directionem mutat; igitur adesse debet vis quædam directionem mutans. Hæc vis, undecunque proveniat, ut effectum sensibilem edat, tempore finito indiget, quia tempore infinite parvo non nisi effectus itidem infinite parvus respondet. Quivis haud ægre perspiciet, hoc probationis genus niti hypothesi, vires directionem aut celeritatem lucis mutantes sequi legem continuitatis; quæ hypothesis nescio an universe cum natura consentiat. Cæterum hac propositione evertitur opinio Cartesii, qua materia lucis a corpore lucente pressa momento temporis percipi debeat.*

§. LXX.

Propositio IV. *Lux propagatur celeritate prorsus ingenti & admiranda.* Nam intra 8 circiter minuta aut semiquadrantem horæ a sole ad terram pertingit, ac facile 22000 Semidiametros terrestres conficit, ac proinde intra 1′ semidiametros 2750, & intra 1″ circiter 46 Semid. cumque uni semidiametro terræ respondeant pedes 19615782, lux intra minutum secundum percurrit pedes 902325972. Quoniam globus tormento excussus intra id tempus conficit 600 pedes, erit celeritas lucis ad celeritatem eiusmodi globi, ut 1503876 ad 1 circiter.

§. LXXI.

Propositio V. *Lux propagatur motu æquabili.* Nam lux solis a satellite Jovis intimo reflexa diametrum orbis annui fere intra qadrantem percurrit, & ex aberratione luminis a Bradleio detecta, ac instituto calculo lux egressa e stellis fixis *idem* spatium intra illud tempus conficit: unde legitime concluditur, motum luminis esse æquabilem. Si enim motu sive accelerato, si-

five retardato ferretur, consequeretur, ut celeritas lucis ex distantiis adeo diversis egressæ plurimum differret: quo posio non posset idem spatium tempore ad sensum æquali confici.

Falso non nulli asserunt, lumen eodem tempore a sole, & stellis fixis propagari; hoc enim posito cum distantiæ stellarum diversæ sint, celeritas luminis a quavis stella emissi proportionalis foret distantiæ; igitur non eadem in omnibus esset ratio celeritatis luminis ad celeritatem telluris in sua orbita; contra ac ratio aberrationis poscit.

§. LXXII.

Propositio VI. *Intensitas luminis a puncto radiante per medium homogeneum recedentis decrescit in ratione reciproca duplicata distantiarum ab eodem puncto.* Lumen enim ex Prop. I. §. LXVII. radiat sphærice; igitur in dato spatio tanto minor erit copia radiorum, & consequenter minor intensio luminis, quo maior est superficies circularis, quam illustrat, sunt autem superficies circulares ut quadrata radiorum, seu distantiarum a puncto radiante tanquam centro. Consentit experientia. Si enim ab ardente candela eousque recedas, ut characteres libri adhuc discerni ac legi possint; ac dein mensurato hoc intervallo ad duplam distantiam digrediaris, quatuor candelis æqualis crassitiei opus erit, ut eosdem characteres discernas, ac legas; erit itaque in dupla distantia intensio luminis quadruplo minor.

Propositio supponit, motum singularum lucis particularum esse æquabilem; secus fieri non potest, ut totidem particulæ seu radii in superficiem remotiorem incidant, quot antea in propinquiorem inciderunt. Præterea requiritur, ut medium satis homogeneum sit saltem in parvis spatiis; secus imperfecta diaphaneitas notabile discrimen inducet. De hac luminis proprietate infra redibit sermo in principiis opticæ.

§. LXXIII.

Propositio VII. *Radii luminis quam subtilissimi sunt, adeo, ut eorum tenuitas comprehendi, & satis explicari*

non

non possit. Etsi enim summa celeritate incurrant in corpora maxime mobilia; tamen nullum sensibilem motum incursu suo in illis progignunt; cum ergo vires corporis incurrentis sint ut celeritas & massa coniunctim, sequitur, ut celeritate velut in immensum aucta e contrario massa velut infra omnes limites, qui concipi possunt, minuatur; secus profecto vis corporis incurrentis sensibilem effectum ederet. Certe lumen etsi prorsus ingenti & admiranda celeritate in tenue gramen, pilum subtilissimum, aut filum aranei incurrat, tamen nullum iis sensibilem motum imprimit: si minima arenula ad pilum ea celeritate accederet, qua intra 1″ unum pedem percurreret, in eo existeret aliquis motus; cum ergo lucis particula quævis multo maiore celeritate polleat, nullumque motum producat, etsi multa particularum millia simul incurrant, incredibilem subtilitatem habeat, necesse est. Ponatur lux intra 1″ duntaxat 900000000 pedes conficere, sitque massula particulæ luminis millionesies minor grano, erit eius vis seu quantitas motus ut massa $M = \frac{1}{1000000}$ ducta in celeritatem, seu $= 900$; hoc est, eandem vim exereret, ac granum ea celeritate motum, qua intra 1″ conficiat 900 pedes; hæc autem vis admodum sensibilis esset, ac organum visus penitus destrueret. Coniunge igitur hæc tria, summam celeritatem luminis, impotentiam gignendi motum in corporibus maxime mobilibus, & denique subtilitatem organi visus, uti id in minimis animalculis existit; & intelliges quadam ratione, quid hac propositione asseram. Insectum, quod Backerus capillare vocat, & in aqua putrida reperitur, tam exile est, ut pollex quadratus billionem integrum eorum caperet; cumque longitudo huius animalculi plerumque sit centies quinquagesies maior eius crassitie, hæc tam parva reperitur, ut nec millionesimam unius lineæ partem exæquet. Si vero tanta est huius corpusculi parvitas, quanta erit tum exilitas, tum subtilitas organi visus? quanta lucis subtilitas in organum incurrentis sine læsione? Nec vero hoc minimum est, quod in natura extat animalculum; inveniuntur alia velut in immensum eo minora, quorum plura illud instar cibi deglutit

cum non modica respectu sui corpusculi aquæ quantitate.

§. LXXIV.

Propositio VIII. *Lux ab uno medio in aliud diversæ densitatis transiens fere refringi solet*, uti cum ex aere in vitrum &c. transit. Hæc proprietas innumeris experimentis & observationbus cognita est, nec antiquis Philosophis penitus erat ignota, cum in caussam adparentis curvedinis remi aquæ immersi parte quadam, indagarunt. Vulgo ostenditur refractio hoc modo: In plano admodum lævigato, quale est tabula e metallo polito, aut ligno durissimo, describatur circulus A R Q S P (F. XII. T. I.) ductis diametris R S, P Q normaliter se interfecantibus agatur recta A B parallela ad R S & normalis ad P C. In lineis D B, C S capiantur partes D H, & C I, quæ $\frac{3}{4}$ lineæ D B æquent. Per H, & I ducatur recta H E, quæ circumferentiam circuli secet in E. Ex hoc puncto demittatur perpendicularis E F = H D = $\frac{3}{4}$ D B. Desigatur dein stilus in puncto E, & tabula usque ad R S immergatur aquæ. Oculo in puncto A adplicato punctum E, sive apex stili in E applicati in recta A C producta existere videbitur; quia radius ex puncto E directione E C egressus non pergit priore directione C G, sed dum ex aqua in aerem transit, in C refringitur a perpendiculo P C, & viam C A tenet, estque in hoc casu sinus anguli inclinationis E F ad sinum anguli refracti D A = D B, ut 3 ad 4. Hæc lucis refractio distantiam siderum ab horizonte maxime mutat (Mech. CCCI) Eadem populis prope polum habitantibus, ubi illa ob densitatem atmosphæræ valde notabilis est, percommoda accidit; cum dies multo longiores efficiat, quam spectata locorum positione esse deberent.

Notiones ad motum refractum pertinentes exposui in Mechanica §. LXXX. Ubi §. sequente lex refractionis facile ad exponenda phænomena lucis transferri potest ad nissis viribus internis corporum in lucem agentium. Si enim vis attractiva novi medii celeritatem perpendicularem ad superficiem eiusdem augeat, fiet refractio ad

per-

perpendiculum, vel si attractio prioris medii eandem minuat, dum lux in aliud medium minus attrahens egreditur, continget refractio a perpendiculo. Pro diversa autem corporum textura, viriumque specialium compositione non potest non fieri, ut anomaliæ in refractione lucis existant: magisque laboraremus in theoria Newtoniana tuenda, si lege constanti & generali refringeretur lux, quam dum inæqualitates in ea re deprehendimus. Porro quacunque directione & sub quocunque angulo incidat radius, semper tamen per totum illud spatium, ad quod vis novi medii se extendit, transire debet; atque idcirco eadem semper & constans celeritatis perpendicularis mutatio continget; modo ea non penitus extinguatur per vires novi medii; quo casu reflexio contingeret. Nec tamen inficior, rationem multorum refractionis phænomenorum adhuc ignotam esse, vel parum explicatam, ut non nisi generatim respondere possimus, virium specialium compositione multa effici posse, ac debere, quæ distincte exponi a nemine valeant.

§. LXXV.

Propositio IX. *Si radius luminis in superficiem politam speculi incidit, constante experientia teste ita reflectitur, ut angulus reflexionis sit æqualis angulo incidentiæ; ac prœterea radius incidens & reflexus in eodem sit plano ad superficiem speculi normali, in quo plano est perpendiculum.* Ratio huius reflexionis explicata est in Mechanica §. LXXVIII. Hanc autem lucis reflexionem non fieri in ipsa superficie speculi reflectentis, sed in aliqua ab ea distantia, NEWTONUS asseruit sequentibus argumentis: *primo* dum lux e vitro in aerem transit, eadem illius copia reflectitur, ac, dum ex aere transit in vitrum; item maior lucis copia reflectitur, dum ea ex vitro in aerem transit, quam si ex vitro in aquam incideret. Quis vero sibi persuadeat, aerem, fluidum rarissimum, plures habere moleculas solidas, in quas impactum lumen resiliat, quam vitrum aut aqua, quæ sunt corpora multo densiora. *Secundo* Si lux e vitro in aerem transit sub angulo, cuius obliquitas 40 gradibus maior est, tota reflecti-

 tur:

tur : si minor sit eius anguli obliquitas, magna lucis pars per aerem transmittitur; An vero lux sub alia atque alia directione in aerem incidens plures, pauciores ve solidas particulas invenit, a quibus reflectatur? *Tertio.* Si summa lucis subtilitas ac tenuitas expenditur, facile intelligitur, admisso immediato incursu in superficiem corporum specularium, regularem lucis reflexionem haberi nullatenus posse; utcunque enim polita & lævigata sint ea corpora, tamen asperitates, sulcos, fossasque habent plurimas, quæ relate ad crassos sensus nostros exiguæ adpellantur, respectu subtilissimi luminis autem admodum ingentes sunt, ut proinde illud tam parum reflecti certa lege possit, quam siquis minutissimas arenas versus acervum lapidum temere congestorum proiiciat. Positis autem viribus specialibus corporum, quarum actio ad aliquam a superficie eorundem distantiam pertingat, concipi demum potest, talem esse illarum compositionem, ut linea intervallum actionum, quas singulæ moleculæ exerunt, terminans a recta non multum deflectat; corpus autem perfecte speculare, sive quod omnes plane radios in se incidentes regulariter & præfixa lege reflectat, nullum extat in natura, cum experientia teste semper aliqua radiorum portio dispergatur.

Reflexio lucis in novum medium incidentis non fit nisi velocitas eius perpendicularis ad superficiem novi medii extinguatur, novaque pariter perpendicularis producatur directione priori opposita; uti ex theoria motus reflexi perspicuum est. Si celeritas perpendicularis minuitur quidem, non autem ante extinguitur, quam radius ipsum medium ingrediatur, habebitur duntaxat refractio a perpendiculo, aut intra superficiem novi medii fiet reflexio, si ibi vis perpendicularis extinguatur. Hæc celeritatis perpendicularis extinctio (præsertim cum regularis reflexio fiat in aliqua distantia a superficie reflectente) adscribenda est viribus specialibus corporum tum repulsivis, quod captu facile est, tum aliquando etiam attractivis; Si enim radius (F. XIII. T. I.) A C ad latus S T prismatis directione fere normali, ad latus vero S V admodum obliqua incidat, indeque in aerem tran-

transire debeat, fieri potest, ut vitri attractione celeritas perpendicularis, quæ in obliqua incidentia respectu celeritatis parallelæ exigua est, extinguatur, novaque producatur in partem oppositam; id quod reipsa contingit; radius enim A C absque sensibili refractione ex C versus D reflectitur, ita, ut oculus in E collocatus lucem illam velut ex speculo reflexam percipiat, nec obiecta infra S V intermedio aere posita conspiciat, nisi spatium infra C tegatur aqua, aut alio liquore. Ex his intelligitur, cur refractio aliquando in reflexionem mutetur, & cur radii, qui præ cæteris sunt magis refrangibiles, itidem sint magis reflexibiles.

§. LXXVI.

Propositio X. *Quilibet albus lucis radius componitur ex innumeris aliis, diversam, eamque constantem & immutabilem refrangibilitatem habentibus.* Sit (F. XIV. T. I.) A B C prisma vitreum triangulare, in quod per foramen rotundum cubiculi tenebricosi tertiam circiter digiti partem latum immittatur radius lucis solaris S O, ita, ut in transitu O T per vitrum sit lateri A B parallelus. Lumen refractum V R excipiatur charta alba ad perpendiculum obiecta in distantia $18\frac{1}{2}$ pedum. Adparebit in ea imago colorata, cuius una extremitas R rubrum, altera V violaceum colorem exhibebit. Inter hos extremos colores interiecti sunt alii hoc ordine, post rubrum aurantius, tum flavus, viridis, cæruleus, indicus seu purpureus, denique violaceus, quam colorum seriem vox *Rafuciu* ex literis initialibus conflata exprimit. Tota imago (quæ *spectrum prismaticum* vocari solet) oblonga est, non tamen ovalis, sed duabus rectis inter se parallelis lineis ex utroque latere, in extremitatibus vero R & V duobus semicirculis terminata. Hæc radiorum separatio, & divaricatio in longum oritur a diversa eorum refrangibilitate. Stamina enim, quæ maxime sunt refrangibilia in ingressu prismatis ad perpendiculum P O proxime accedunt; in egressu autem a perpendiculo T Q maxime recedunt; hinc supremum spectri locum occupant: quæ vero minime refringi se patiuntur, locum infimum

 te-

tenent. Igitur maxime refrangibiles censendi sunt violacei, minime refrangibiles rubri: Est autem rubeus color vivacissimus, violaceus præ cæteris debilis. Inter extremos alii loco, & gradu refrangibilitatis medii sunt: singulis autem refrangibilitas est immutabilis, atque in ipsa eorum natura quodammodo fundata; per quotcunque enim prismata radius homogeneus transmittatur, colorem & naturam deinceps non mutat. Si ope plurium prismatum duo diversi colores permiscentur, ceu flavus, & cœruleus, obtinebitur quidem color mixtus viridis, sed qui ope alterius prismatis iterum in pristinos resolvitur. At color viridis homogeneus, & ejusdem gradus, qui habetur ex perfecta separatione ejusdem ab aliis heterogeneis radiis, nunquam dein in alios duos dividi potest. De hoc spectro præterea observandum est: *primo* illud ex innumeris imaginibus solis circularibus componi, quarum centra sunt infinite propinqua, & in eadem recta sita. Hinc utraque extremitas R & V arcu circuli terminatur, & quoniam ob centrorum viciniam, anguli, quos circuli se intersecantes efficiunt, evanescunt, latera erunt rectilinea, & ob æquales omnium circulorum diametros parallela. *Secundo* Termini laterales satis distincti sunt: iidem vero in extremitate utraque magis confusi, lumine scilicet paulatim ibi deficiente, & quodammodo evanescente. *Tertio.* Quod septem præcise distinctos colores exhibeat spectrum, ita concipiendum est, ut radius albus lucis innumeris staminibus diverso colore præditis reipsa distrahatur, sed in quibus discrimen coloris ob organi visus imperfectionem non ante animadvertimus, quam illud magis notabile fiat.

§. LXXVII.

Propositio XI. *Radii lucis, dum prope tenues corporum opacorum acies transeunt, distrahuntur in fimbrias vario colore imbutas.* Distincte id observatur, siquis radius per exiguam aperturam in cameram obscuram immittitur, & prope cuspides, vel inter binas lamellas metallicas transeat, quarum acies admodum vicinæ sunt. Hæc lucis proprietas a GRIMALDO primum dete-

te-

tecta, & a Newtono pluribus experimentis illustrata, *diffractio lucis* vocari solet.

Est alia præter memoratas lucis proprietas a Newtono adcuratissimis observationibus & experimentis detecta, & Veteribus prorsus incognita; quam tum exponemus, cum de nativis corporum coloribus erit agendum, ad quos explicandos plurimum momenti habet.

CAPUT III.

Observattiones de Phosphoris.

Ad luminis naturam investigandam peridoneæ sunt observationes de phosphoris a Cl. Beccaria, aliisque institutæ, quæ in actis Bononiensibus extant. Ex his, quæ ad propositum nostrum maxime servierint, commemorabimus.

§. LXXVIII.

Definitio. Phosphori censentur corpora, quæ sine inflammatione, aut igne concentrato lucent. *Naturales* sunt, quæ vim lucendi ab ipsa sua natura habent: *artificiales*, quæ illam quodam artificio, & maxime ope ignis acquirunt. Artificii duplex genus est, unum facile, ac leve, quo nulla in internam corporis constitutionem, ac naturam mutatio inducitur: aliud tale, quod nativam corporis mixtionem, dissolvit, seu mixti constitutionem, ac naturam mutat.

§. LXXIX.

Observatio I. Cl. Jacobus Barth. Beccaria post adcuratas observationes secundis curis institutas fidenter asserit, nullum corpus in hac rerum Universitate reperiri, si pauca tantummodo excipiantur, quod luci solari obiectum, postea in tenebras delatum lucem non spargat. Ea exceptio, quæ completæ inductioni ob-

ſtat, pertinet ad metalla, de quibus ita loquitur, *multa in metallis olim molitus eſt Fayus* (ut lucida redderet) *ego quoque deinceps non pauca* ; - - - - *Sed nulla vi, artificio nullo adduci hucusque potuerunt, ut in lucis amicitiam venirent; durum ſane & pervicax corporum genus, quod & lucem, & vim electricam* (originariam) *& ipſum quoque rorem averſetur. Hæc ſunt pauciſſima illa corpora, quæ in tota rerum harum Univerſitate e phoſphorum numero eximenda ſunt; nam ſiqua alia viſa ſunt poſt ſolaris lucis adſpectum adhuc obſcura remanere; non difficile fuit obſcuritatis huius aliquam cauſſam, non in eorum natura, ſed in alia re quapiam iisdem omnino extranea poſitam cogitare. At vero in metallis nondum quidquam inventum eſt ab eorum natura disiunctum, cui tantam in lucem contumaciam probabiliter tribuamus.* Nec tamen vir præclarus deſperat de metallis in ſphoſphororum naturalium numerum reducendis; forte id facili quadam, & obvia præparatione efficietur; ac fortaſſis eadem, ſi a ſolari luce reducuntur in tenebras, more aliorum corporum lucem emittunt, ſed languidiorem, quam ut craſſis ſenſibus noſtris percipi poſſit.

Occaſio obſervationes in hoc genere inſtituendi fuit adamas, qui, cum ſolis radiis expoſitus, atque in locum obſcurum delatus lucem undique evibraret, ſuſpicionem ingeſſit, aliis quoque corporibus competere vim lucem imbibendi, rurſusque emittendi. Cum vero corpora a ſole, cui expoſita ſunt non niſi pertenue lumen hauriant, idque cito deponant; hinc neceſſe eſt primo, *ut obſervator eo usque in loco tenebricoſo moretur, donec omnis a prætergreſſa luce impreſſio in eius oculis extincta ſit.* Secundo *ut corpus, de quo periculum ſit, ab exteriore luce ad obſcuritatem quam citiſſime, & ſine ulla lucis extraneæ admiſſione transferatur. In primis neceſſarium eſt, ut corpora in libero, & aperto aere exponantur luci, non per vitra feneſtrarum traiectæ. Tempus, quo manere in luce debent, ut inde translata in tenebras luceant,* 4, *ad ſummum* 5 *minut. ſecund. eſt vel ad maximam infirmiſſimi phoſphori accenſionem. Longius ſpatium eſt inutile. Nec tempus, quo lux perdurat* de-

deinceps, longius eſt. Nullum phoſphorum, inquit Beccaria, accepti ſplendoris adeo tenacem vidi, ut ipſum ultra 6, ad ſummum 8 min. ſecund. conſervarit.

§. LXXX.

Obſervatio II. Phoſphori naturales in tres dividuntur claſſes, foſſilium, vegetantium, animalium. Ad foſſilia, quæ lucem ſpargunt, pertinent omnes terræ, omnes arenæ utcunque coloratæ, marmora præſertim molliora & candidiora; quamquam nec prædura & fuſca omnem lucem negent; lapides, Chryſtalli, vitra, & omnes gemmæ pellucidæ, ſucci terreſtres, quorum alii ſalſi ſunt, alii pingues. Inter pinpues ſuccos lucere deprehenſum eſt ſuccinum & ſulfur, tum nativum tum fuſum; non item gagates, & lithantrax; ſed his nigredo tanta eſt, ut cuivis vel lucidiſſimo, corpori obſcuritatem poſſint offundere. De Plantis ait ſollertiſſimus Beccaria: „ *recentibus bene multis atque inter ſe* „ *conſentientibus obſervationibus certior factus ſum, nihil* „ *in plantis reperiri, quod idoneum fieri non poſſit ad* „ *lumen combibendum, ſi areſcendo humorem omnem* „ *exhalarit. Plurimis ſatis eſt, ſolius aeris perflatu ſiccari: alia non lucent, niſi prius fuerint excalefacta* - - „ *omnibus vero præſidio eſt calor ad alacrius, nitidius-* „ *que lucendum; ſed moderatiſſimus ſit oportet, & ſui* „ *ne levem quidem notam relinquens. Unam mihi ex* „ *omnibus ſtirpibus videre contigit ſanguineam betam,* „ *quæ lucis amplexum vel ignis calore illecta recuſavit.* „ - - *lucent ſatis vivide, nec ulla arte præparatæ omnis generis nuces, cerealia ſemina, & legumina, phaſeoli in primis, & ciceres, qui paucis phoſphoris nitore cedunt.* - - *Vegetabilium ſuccos omnes aliqua* „ *luce perfuſos vidi. Lucent etiam olea, ſi hiberno frigore conſtringantur.* „ In regno animali lucem concipiunt, & in tenebris fulgent quadrupedum ungulæ dein oſſa, cornua, pili, volucrum pennæ, roſtra, ungues, conchyliorum teſtæ, coria, carnes ſiccatæ, oculi cancrorum, calculi, teſtæ ovorum &c. *nulla*, inquit citatus Auctor, *pars eſt in animali genere, in quam aditus non ſit externo lumini, facilior utique in alias partes, in alias minus facilis.* §.

§. LXXXI.

Obſervatio III. Inter phoſphoros, qui ſine igne parantur, principatum tenent ii, qui nonnullarum ſtirpium, maceratione fiunt, earum nempe, quæ cortices habent vel caules prælongis quibusdam, firmis, lentisque filis quaſi nervis contextos. Ars tota in eo ſita eſt, ut, quidquid in planta viſcoſum, tenax & pingue reſidet, diligentiſſime eluatur. His ſordibus deterſis fila ſuperſunt mollitudine, flexilitate & candore probatiſſima; tunduntur dein, carminantur, nentur, texuntur, & ſic telæ fiunt, quarum ſtamina & ſtirpes lucent. Hinc phoſphorus quoque eſt charta, quæ ex linteis diu maceratis, contritis, atque in liquidiuſculam pultem redactis conficitur. Verum cum charta ſatis clare per ſe ipſa luceat; tum vero calore non magno, certe non tanto, ut vel minimum lædi poſſit, eo usque fulgida redditur, ut novus propemodum phoſphorus effecta eſſe videatur. Id ſequenti experimento comprobatum eſt. Lamina ex orichalco ſatis craſſa excalefacta ſic eſt, ut vix manu ferri poſſet; non poſſet tamen chartæ, cui ſuperponi debebat, iniuriam adferre. Huic ergo ſuperpoſita eſt, ibique tamdiu relicta, donec charta incaleſceret; inde remota. Charta, ut moris erat, in luce poſita, inde in tenebras continuo translata, præfulgens eo in loco adparuit, in quo laminam contigerat, cuius figuram ſuis terminis perfectiſſime definitam exhibuit. Poſtquam ea quinquagies omnino luci expoſita, iterumque retracta fuit, demum ſplendor elanguit, tenui relicto lumine, quo ea ſine prævio calore inducto fulgere ſolet.

Animadverſione dignum eſt, chartam, etſi externa ſpecie longe diſcrepet a vegetabilium natura; tamen interiorem conſtitutionem iisdem maxime propriam poſt ingentes variasque mutationes, quas ſubiit, ſemper retinere. Teſtatur id reſolutio chemica; nam æque ex charta, ac plantarum nervis, qui ſtatim diſtracti materiem telis præbent, deſtillat, ſi apte igne tractentur, aquoſus humor: ſequitur hunc latex alius aciditate ſua linguam percellens: poſt oleum, mitius primum, dein acrius, & ma-

magis exustum, postremo crassum & nigricans: tandem carbonis species quædam relinquitur terreæ maximam partem naturæ, colore atro, acrique sapore, ab oleo & sale alcalino intermixtis; ut liquido constet, in serie universa mutationum, quarum ope vegetabilia chartæ formam acquirunt, periisse quidem externam rerum speciem, sed quæ sensibus abscondita sunt, atque ad intimam earum, & naturalem mixtionem pertinent, integra perdurare.

§. LXXXII.

Propositio. *Magna est inter ignem & lucem, interque corpora ardentia, & lucentia analogia.* Prob.

I. Constat, ignem ut vocant, usualem, & statum corporum ardentium in vehementissimo intestino motu, partiumque solutione, atque attenuatione consistere. Motus intestinus vero, partiumque solutio & attenuatio etiam in phosphoris inest, qui absque inflammatione maiore & sensibili, ac sine igne concentrato lucent. Nam animalcula lucentia, ut cicindelæ, motum habent vitalem partium more omnium viventium, quo cessante simul vivere, simul lucere desinunt, ut in pluribus observatum est. Marmora, gemmæ, aliaque corpora prædura, quæ ex solaribus radiis in tenebras delata fulgent, non possunt non motum intestinum concipere, quo partes eorum attenuentur, ac solvantur. In lignis putridis, quæ noctu lucent, motum inesse, partiumque solutionem fieri, ipsa putrefactio, quæ fermentationis est species quædam, ostendit. Partes animalium, quæ lucent, certe in motu sunt: frictione plurimarum animantium pili scintillant: nonnullos adamantes sola frictione micare observavit Fayus. Marina aqua remis percussa & agitata nocte obscura coruscat: calore plures gemmæ, lapides alii minus pretiosi, & magna pars montanarum Chrystallorum splendescunt. Quis ignorat, solo accessu aeris sæpe fermentationem excitari in corporibus? atqui multa etiam corpora aeri exposita lucem dein evibrant. In his principatum tenet lapis Bononiensis, qui admirandam hanc corporum proprietatem lucis emittendæ maxime patefecit, & Physicorum

rum

rum induſtriam ad nova tentamina in aliis corporibus inſtituenda excitavit. Hinc ſimiles phosphori ab aliis deinceps inventoribus confecti ſunt ut Kraſſtianus, Hombergianus, Lemerianus, fevrianus, demum ille, qui cæteros in hoc genere vi ſuperat, & ob immanem fragorem, & ignearum ſcintillarum copiam, quas aere allabente diſplodit, *detonantis* nomine ab inventore Godofredo eſt adpellatus.

II. Alia corpora præ aliis concipiendo & conſervando inteſtino motui aptiora ſunt, alia præ aliis facilius accenduntur, & deflagrant: in quibusdam humiditas obeſt internæ fermentationi, in aliis eam promovet; Sic eam diverſitatem etiam in phoſphoris obſervamus; plurimæ plantæ exſiccandæ ſunt, ut luceant: contra dactyli lucem ſpargunt, dum humidi ſunt, aut ſi denuo humectentur; imo vehementi quaſſatione & agitatione aquæ dactylorum ſucco imbutæ excitatur lux.

III. Lux corporum ardentium diverſimode colorata eſt; ac ſolis quidem radii omnis generis particulas commixtas tenent, uti experimenta priſmatis* exhibent: corpora terreſtria, ſi accenduntur, colorem rubrum, alia violaceum præſeferunt, pro diverſa mixtione, & conſtitutione particularum; Similiter in variis phoſphoris varia lux cernitur; qui arte parantur, plerumque lumen vividum, ſed rubeſcens, nonnunquam fuſcum adſumunt, idque diutius retinent: phoſphori naturales magis ad candorem vergunt, & diluta flavedine ſuffuſi adparent, citiusque conceptum lumen exuunt. Si in lapidem Bononienſem immittitur ſtamen lucis homogeneæ, is non lucem & colorem illius ſtaminis, ſed lucem albam reddit, quemadmodum ZANOTTUS expertus eſt. Idem in adamantibus diverſorum colorum radiis colluſtratis obſervavit Beccaria. Hinc colligi poteſt, corpora, quæ ſoli expoſita, & in tenebras cito translata lucent, non modo particulas lucis ſolaris, quas ante imbiberant, emittere, ſed ex propria ſubſtantia complures alias diverſorum generum particulas evibrare; ſecus non intelligitur, cur alia alios radios reflectant rubentes, albentes, palleſcentes vario gradu: de-

ni-

nique phosphorescentia fiunt multa corpora solo affrictu, aut calefactione, uti lapis Bononiensis, omnes lapides calcinati, glebæ calcariæ &c. Atque hinc intelligi potest, cur chartæ primum calefactæ, postmodum soli obiectæ (ut præc. §. exposui) iterata luminis excitatione lucendi vim, non debilem quidem illam, omnibusque chartis propriam, quæ semper manet, sed calore acquisitam paulatim amittant, uti in lapide Bononiensi dudum notatum fuit, qui si in conspectum aperti & lucidi aeris sæpe profertur, paulatim ineptus fit luci emittendæ.

IV. Multa sunt præterea, quæ lucis solaris, & ignis corporum terrestrium analogiam ostendunt; utroque enim corpora dilatari solent; certe pertica ferrea sive igni imponatur, sive radiis exponatur solaribus, semper extendi solet. Ignis terrestris corpora quædam fundit, ceu metalla, alia in cineres, alia in calcem, alia in vitrum convertit. Eosdem autem effectus edunt lucis solaris radii in focum collecti.

Hæc proprietas, qua corpora lucem spargunt, ita communis est, ut inter generales eorum affectiones videatur numeranda; si nostros sensus consulimus, parvo scilicet tempore manent lucida; at si ea nobis esset acies, qua vel minimæ scintillulæ ad sensationem lucis sufficerent (quod fortassis nonnullis animalibus, quæ in obscuro vident, concessum est) existimo, longe aliter nos iudicaturos. & quemadmodum valde probabile est, nullum reperiri corpus penitus frigidum; ita verisimile videtur, nullum extare, quod sit omnino obscurum, ut adeo vel ex hoc capite nullæ sint veræ tenebræ in hoc Universo. Si phosphori non aliena luce, sed propria maxime fulgent, quæ tunc solum in sensus incurrit, cum a radiis solis satis commota, vel agitata est, corpora latens quoddam, & arcanum principium continent, quod a subtilissima luce inflammatur, & velut incendium efficit perpetuum, aut certe tale, quod lucis obiectu identidem instauratur.

CAPUT IV.

De Natura luminis.

Opinio Cartesii lucem per seriem globulorum impulsam explicantis varias metamorphoses subiit; cum enim ea certis observationibus de successiva luminis propagatione repugnaret, alii globulos elasticos modo se contingentes, modo discretos adsciverunt, alii per pulsus & undas in fluido aethereo excitatas phaenomena lucis exponere conati sunt, analogiam soni maxime spectantes. Si in statuenda subtilitate & raritate luminis magis ratione, quam phantasia duceremur, credo, in ferenda sententia de natura lucis non magnopere laboraremus.

§. LXXXIII.

Lemma. *Motus in fluido sive elastico, sive non elastico excitatus non tantum recta propagatur secundum directionem primi impulsus, sed ad latera, & in omnem partem diffunditur; aut sine lege, & perturbate propagatur.* Probatur. Ponantur plures globuli elastici in eodem plano horizontali se contingentes, in quorum unum incurrat alius elasticus; in primis, si centra globulorum non in eadem recta iacent, qua fit impressio, motus secundum lineam directionis nullus consequetur, sed mox ad latera diverget, ut patet ex theoria percussionis corporum (Mech. §. LXXIX.) Si vero etiam ponatur eiusmodi centralis series globulorum; sed eosdem alii contingant, necessario eveniet, ut uno impulso reliqui in omnem partem diffugiant, aut diffugere conentur, motumque impressum itidem aliis tum in eadem recta tum ad latera positis communicent. Non potest enim unus impelli aut moveri, quin reliqui pariter eundem contingentes impellantur, ac moveantur. F. XV. T. I. Globus C comprimi non potest ab incurrente A directione A M, quin ad latera versus B & D dilatetur, neque ad latera dilatari potest, quin feriat, & comprimat globos vicinos B & D, & quidem ea vi, qua comprimitur ab incurrente globo A. Si globuli aliquo intervallo a se distent, atque in eorum unum incurrat alius, iterum in omnem partem propagabitur motus, iique quaquaversus discedent, non certa dire-

ctio-

ctione quadam, ſed alius alia, perturbata agitatione, poſitioneque eorundem inter ſe. Confirmatur hoc lemma evidente experientia undarum aquæ. Nam impreſſio in moleculas aquæ facta non linea recta, ſed per undas circulares propagatur; ac ſi undæ in vaſe ABCD (F. XVI.) incurrant in latus CD apertum in O; pars undæ per foramen tranſiens, in altero vaſe CDFG non recta linea gignit motum, ſed inflectit aquam in circulos, eosque diffundit per fluidum, quod ultra foramen eſt. Similia de ſono, & vibrationibus elaſticis aeris ab omnibus vulgo ſtatui ſolent.

§. LXXXIV.

Propoſitio I. *Lumen non conſiſtit in preſſione, aut vibratorio motu ætheris circa corpora lucentia diffuſi.* Probatur. Preſſio & motus in fluido excitatus undatim diffunditur: lumen vero propagatur linea recta, uti §. LXVIII. probatum eſt, & perſpicuum fit ex radio in conclave tenebricoſum per anguſtum foramellum tranſeunte; neque enim is ex illo foramine per totum ſpatium diffunditur, uti undæ fluidi cuiuscunque, ſed recta progreditur, & in oppoſito pariete imaginem ſolis depingit; quod fieri haud poſſet, ſi propagatio lucis per fluidum æthereum fieret.

Hoc argumentum a rectilinea propagatione lucis deſumtum maximi faciunt RR. Phyſici. In his Muſſchenbrakius ita diſſerit contra Carteſii opinionem (perinde eſt, ſive fluidum ponatur elaſticum, ſive non elaſticum)
„ Si hæc hypotheſis vera eſſet, nullæ unquam forent te-
„ nebræ; quia enim lux eſt fluidum, legibus fluidorum
„ ſubiicietur, quarum ſequens eſt: ſi fluidum vas clau-
„ ſum implens in quadam parte premitur, preſſura qua-
„ quaverſus in rotundum propagatur, eſtque directa, op-
„ poſita, & lateralis qualibet æqualis. Sit iam ſol cauſ-
„ ſa premens, mundus vas lucis plenum; lux a ſole preſ-
„ ſa, & a finibus mundi repreſſa, quaquaverſus preme-
„ tur; ideo oculus, ubicunque in mundo poſitus, preſſus-
„ que a luce videbit; nec diſcrimen erit, ſive ſol ſupra
„ horizontem moretur, ſive infra eum occiderit; eius preſ-

„ sus in omnem ambitum, & ab omni ambitu repressus „ efficiet, ut oculus semper solem visurus sit. Hoc autem experientiae repugnat, cum noctu sint tenebrae. „ Nullae praeterea umbrae forent; nam lux, quae iaceret „ post corpus opacum, aequali vi premeretur, ac quae corporis latera directe stringeret, cum fluidum aequa vi lateraliter, & directe stringat. „ Multa praeterea contra hypothesin aetheris possunt obiici; Si is ponitur gravis, diversa erit aetheris densitas, & consequenter diversa elasticitas pro varia altitudine columnae; quo posito motus aequabilis lucis propagatae concipi nequit; gravitatis vero expertem dicere nihil aliud est, quam omnem analogiam naturae tollere, & amplissimae inductioni refragari. Pro tuendo argumento, quod supra attulimus, contra patronos aetheris nota primo: radius lucis per angustum foramen recta progrediens ab adstantibus ad latus percipitur ideo, quia minora eius stamina a pulvisculis nudo oculo saepe visibilibus dispergantur, non quod ipse radius per se diffundatur ad latus; secus profecto imago solis in opposito pariete depingi non posset. Secundo celeritas, qua lux propagatur, eius diffusionem ad latera impedire haud posset, si illa in pressione, aut motu aetheris consisteret, sicut ea celeritas nec leges ac naturam fluidorum, nec aetheris elasticitatem tolleret. Fieri potest, ut celeritas motus eiuspropagationem ad corpora maiora, magisque inertia aliquando impediat; verum istud de subtilissimo aethere fingi non debet; cum id ne in aere quidem, qui maiore densitate atque inertia pollet, contingat; vibrationes enim aereae certe ad latus diffunduntur, & sonus aeque per recurvos tubos, quam rectos propagatur.

§. LXXXV.

Propositio II. *Lumen est vapor tenuissimus e corporis lucentis massa iugiter dimanans, qui, dum in oculos incurrit, sensationem lucis excitat*; Duo hic probanda sunt: *primo* ex corporibus lucentibus eiusmodi vapores reipsa emanare; *secundo* eosdem explicandis phoenomenis lucis sufficere. In corporibus, quae cum inflammatione sensibili, & igne concentrato lucent, emissio effluviorum, & ingens evaporatio ex ipso fumo,

mo, corporum ipsorum consumtione &c. manifesta est: in phosphoris eandem intestinus motus, & analogia corporum ardentium (§. LXXXII.) comprobat. Fermentatione autem, & motu intestino non potest non fieri, ut moleculae maiores dissolvantur in alias minores varii ordinis, tum paulo crassiores, quae specie fumi avolant, tum subtiliores, & admodum subtiles, quae ad maximas distantias evibrantur vi repulsiva speciali, quae in fermentationibus ignis maxime sese exerit. Si effectus lucis solaris praesertim in foco concentratae ope speculi caustici, & si maculas solis, quas a fumo, & fuligine corporum ardentium nihil differre demonstrabimus, attente spectemus, facile cognoscimus, solem esse corpus inflammatum, & vehementissimis intestinis motibus agitatum, ut adeo non mirum sit, ingentem copiam effluviorum (in quibus tum crassiora quaedam, alia vero subtilissima & rarissima existant) ab eodem sole perpetuo emanare, ut potius admirandum, & incredibile videretur, atque universae analogiae repugnans, si nihil penitus aut parum materiae a solari corpore avelleretur. Similia, etsi multo minore gradu contingunt in corporibus terrestribus tum ardentibus, tum phosphorescentibus, quorum quidem lucem, ac diversos colores, quos exhibent, nulla veri similitudine vibrationibus materiae elasticae adscribes. Quapropter dubitari non potest, quin ea, de qua hic agimus, effluviorum emissio reipsa in corporibus lucentibus detur; ut adeo aetheris quaquaversus diffusi nulla necessitas relinquatur. Eosdem porro vapores e corpore lucente dimanantes sufficere explicandis phoenomenis, ipsa eorundem phoenomenorum expositio docebit.

§. LXXXVI.

Explicatio Phoenomenorum Lucis.

I. Ut palam fiat, effluvia corporum lucentium phoenomenis lucis explicandis sufficere, primo loco ostendendum est, massam solis tam copiosae & continenti luci emittendae parem esse; putant enim non pauci, solem paulatim deficere, totumque exhauriri, ac dissipari debere, si lux, quae tot iam annis per amplissima

cœlorum ſpatia diffunditur, nihil ſit, niſi effluvium ex ipſa ſolis ſubſtantia dimanans. Equidem de admiranda ſubtilitate partium corporis, ac diviſibilitate materiæ diſſerui in Introd. ad Mechanicam §. XXII. tum etiam ſupra §. LXXIII. de immenſa tenuitate radiorum lucis egi. Verum ut difficultas, quæ in hac re facile præcipua eſt, magis mitigetur, raritatem ac tenuitatem aeris, quam nec ætheris luminoſi patroni in dubium vocant, expendam, ut inde de lucis raritate, & ſubtilitate fieri coniectura poſſit, cum ea omnium conſenſu aere multo rarior, ac tenuior ſit. *Primo.* Quando ope antliæ extrahitur aer ex aqua, ad fundum vaſis primo comparent bullæ minores aeris, quam granum ſabuli. Hæ aſcendendo per aquam creſcunt, eamque in ſuperficie inſtar veli elevant in hemiſpherii formam, cuius diameter ſæpe æquatur ſesquipollici; adeoque rupto hoc velo aqueo ſaltem in ſphæram ſesquipollicis ſe expandunt. Sit diameter bullæ, quæ in fundo vaſis primum conſpicitur, æqualis craſſitiei pili humani, ſive $\frac{1}{600}$ pollicis; erit diameter huius ſphæræ ad diametrum eius, quæ ſesquipollicis eſt, & in ſuperficie rumpitur, ut 1 : 900. Verum multo minor fuit aeris bulla, antequam in conſpectum prodiret; & ſi eam intra aquas in ſtatu naturali hærentem quadruplo minorem ponimus, adhuc vera magnitudine multo maiorem ponemus; ſed ponatur duntaxat quadruplo minor, ut diameter particulæ aeris intra aquam hærentis ad diametrum eiusdem in vacuo ſe expandentis ſit, ut, ut 1 : 3600. Quoniam ſpæræ ſunt ut cubi diametrorum, erit magnitudo particulæ aeris in primo ſtatu ad magnitudinem in ſecundo ſtatu, ut $1:(3600)^3 = 46,656,000,000$, hoc eſt, ut unitas ad quadraginta ſex millia millionum, & præterea ſexcentos quinquaginta ſex milliones. Et tamen iſta bulla aerea adhuc coercetur gravitate atque attractione particularum aquæ, tum etiam reſiduo aere in antlia, qui nunquam penitus exhauriri poteſt. Hæc igitur ſi expendantur, omnino credibile ſit, quod Newtonus & Keillius adfirmant, omnem illam rariſſimæ lucis materiam, quæ totum ſpatium planetarium implet, non adæquare fortaſſis illam, quæ in unico digito cubico noſtri aeris continetur. *Secundo.* Quo-

Quoniam lumen a ſole intra ſemiquadrantem ad terram defertur, hinc intra id tempus ſol implet ſphæram, cuius ſemidiameter eſt diſtantia terræ a ſole. Concipiatur hæc ſphæra in tot ſuperficies concentricas diviſa, quot ſunt puncta in eius radio; habebunt ſingulæ in fine ſemiquadrantis eundem numerum particularum lucis, etſi ſub diverſa denſitate, quia illæ ſuperficies verſus centrum decreſcunt uti quadrata radiorum. & viciſſim intenſio lucis ac denſitas particularum eius in eadem ratione creſcit. Si igitur numerus particularum lucis ad extimam ſuperficiem delatarum multiplicetur per radium, factum dabit totam *maſſam* lucis, quam ſol intra ſemiquadrantem effundit. Sit ſphæræ radius R; peripheria P; erit circulus maximus ſphæræ $= \frac{1}{2}$ R P, & ſuperficies, quæ eſt quadrupla circuli maximi, $= 4 \times \frac{1}{2} R P = 2 R P$. Hæc ſuperficies ducta in radium præbet corpus $= 2 R^2 P$ conſtans ex particulis lucis in ea denſitate, quam lux habet apud nos, ſive in extima ſuperficie ſphæræ. Quæratur 1. ratio voluminis, ſeu corporis iſtius luminoſi. Dico id eſſe æquale cylindro homogeneo, cuius baſis eſt circulus deſcriptus radio 2 R, & altitudo ipſe radius R. Cum enim circuli ſive illorum areæ ſint ut quadrata radiorum, erit circulus antea inventus ($= \frac{1}{2}$ R P) deſcriptus radio R ad circulum deſcriptum radio 2 R, ut 1:4; conſequenter fit $1 : 4 = \frac{1}{2} R P : 2 R P$. Si hic circulus ſeu baſis cylindri ducatur in altitudinem R, habebitur cylinder luminoſus homogeneus ſive eiusdem denſitatis $= 2 R^2 P$. Eiusmodi cylinder eſt triplus coni eiusdem baſis 2 R P, & altitudinis R. Et ſi porro ſphæram ceu polyedrum ſpectamus ex infinite parvis pyramidibus, quarum vertices in centro concurrunt, erit ea æqualis cono, cuius baſis eſt tota ſuperficies ſphæræ ($= 2$ R P) & altitudo radius R. Quapropter cylinder antea inventus eſt triplus ſphæræ, ſive ſol ſingulis ſemiquadrantibus horæ effundit maſſam lucis, quæ *tres* eiusmodi ſphæras homogeneas ſive eiusdem denſitatis implet, & quarum radius eſt diſtantia centri ſolis a terra (volumen enim ſolis, ut calculus fiat liberalior, negligitur) raritas autem ſphærarum ea, quam lux ſolis habet in tellure.

 Ut

Ut magnitudo corporis luminosi $2 R^2 P$, cui tres eiusmodi sphæræ, quas descripsimus, æquales sunt, determinetur, Sit $R = 23000$ Semid. terræ: fiatque $7 : 22 = R : \frac{1}{2} P = \frac{22 R}{7} = 72286$; adeoque $P = 144572$.

Porro $2 R^2 = 1058000000$; erit igitur $2 R^2 P = 152957176000000$. Hic est numerus cuborum, quorum latus est semidiameter telluris, quem continet sphæra tripla solis lumine intra quadrantem repleta. Facile poni potest, volumen globi terraquei tribus eiusmodi cubis æquale esse; hinc tripla illa sphæra, facta divisione per 3, continebit globos terraqueos 50985726000000.

Inventa ratione voluminis quærenda est ratio densitatis, quam tripla sphæra luminosa habet ad alia nota corpora. Densitas ætheris, uti eius defensores volunt, est ad densitatem aeris ad summum ut 1 : 387361000. Ergo his minime invitis ponamus, densitatem lucis in distantia unius semidiametri terrestris a sole esse ad densitatem aeris ut 1 : 400,000000. Hæc densitas lucis est ad eam apud nos, sive quam tripla illa sphæra habere ponitur, reciproce ut quadratum distantiæ $(23000)^2$ in semidiametris telluris. Ergo densitas illius sphæræ sive lucis in superficie telluris est ad densitatem aeris, ut 1 : 211600,,000000,000000. Concipiatur præterea densitas globi solaris non maior, quam aquæ marinæ; huius vero densitas sit ad aerem rotunde ut 1000 : 1. Ergo densitas lucis sive sphæræ illius triplæ est ad densitatem aquæ, ut 1 : 211,,,600000,,000000,000000, hoc est, sphæra lucis ea densitate, quam habet apud nos, ut adæquet massam unici globi aquei volumine terram æquantis, continere debet tot volumina globi terraquei, quot ultimus numerus exprimit, nimirum sexcenta millia billionum ultra ducentos undecim trilliones. Quoniam sol intra semiquadrantem evomit 50985726000000 eiusmodi globos, per regulam auream invenitur tempus, quo numerum globorum ultimo inventum effunderet; ac reperiuntur 4150181 semiquadrantes, qui proxime effici-

ciunt 59 annos. Ergo sol intra 59 annos massam lucis emitteret æqualem massæ globi aquei tellurem æquantis magnitudine. Est autem eiusmodi globus nondum pars millionesima globi solaris; ergo intra 59 annos sol nondum partem sui millionesimam; ergo non nisi post 59 milliones annorum materia solis penitus exhaurietur. Verum abest longissime, ut tantam copiam luminis sol intra 59 emittat. Si enim concipiamus, ventum, qui intra minutum secundum temporis 10 aut 11 hexapedas conficit, censeri vehementissimum evertendis maximis molibus, & arboribus eradicandis parem; lumen vero, quod plus quam centies millionesies maiore celeritate advehitur, nec tenuem papyri chartulam in aere aut vacuo pendulam commovet. Quapropter non attingemus limites, si resistentiam chartæ trillionesies, aut quatrillionesies minorem, quam vim venti dicamus. Ergo vel sic ratio densitatis lucis ad densitatem aquæ ad unam quintillionesimam ascendit; qua posita raritate non iam 59, sed multa annorum millia requiruntur, donec sol per continuum effluvium millionesimam sui partem amittat. vanus ergo timor est, ne sol deficiat.

Quæ de luminis subtilitate diximus, pertinent tum ad exilitatem ac tenuitatem singularum eius particularum, tum ad raritatem, quam earum congeries quædam habet; neque enim necesse est, ut eius particulæ ad organum paulatim advenientes inter se propinquæ sint; etsi enim altera ab altera in eadem linea distet 40 milliar. germanicis; nihilominus ob summam earum celeritatem, temporis divisibilitatem, & sensuum imperfectionem constanter nos videre lucem opinabimur, præsertim quia motus quavis impressione in organo excitatus aliquantulum perseverat. Neque etiam opus est, ut quodvis minimum punctum spatii illuminati multas particulas complectatur. Satis est, si in spatio, quod pupillam oculi æquat, tot sint radii, quot ad faciendam impressionem requiruntur. Si eodem tempore sensibili multi milliones particularum per exiguum foramen transeunt, spectata temporis divisibilitate adfirmari non potest, vel duas particulas simul, sive eodem penitus tempore transiisse. Frustra igitur dicunt, in transitu per tenuia foramina radiorum se invicem decussantium per-

perturbationem existere debere. Id enim argumentum Newtonianos minime premit. Sine dubio, siquis eam sibi de luce per foramellum transeunte ideam effingit, qualem conferta, hominum turba, dimissa concione per fores erumpens ingerit, necessario confusionem radiorum concipiet. At siquis intra cubiculum consistens pugillum arenæ per amplam fenestram proiicit; non metuet, credo, ne arenulæ se impediant mutuo, aut fenestra angustior sit, quam ut liberum meatum præbere possit. Corpora quidem terrestria, si accenduntur, & lucent, brevi tempore consumi solent, eoquod præter subtilissimas lucis particulas alia crassiora effluvia specie fumi, ac vaporum densiorum exhalant. Contra sol, siquas eiicit partes crassiores, ex quibus eius maculæ existunt, eæ ad minorem a sole distantiam perveniunt, ac denuo relabuntur in massam solis, perinde ut vapores & halitus terrestres ex atmosphæra recidunt; secus & aqua paulatim deficeret in tellure. Denique inter magnitudinem terrestris corporis particularis ac vastissimum solis globum comparatio fieri haud potest.

§. LXXXVII.

II. Newtoni sententia pro diaphaneitate corporum explicanda nil aliud requirit, quam eam pororum multitudinem, quæ longe plus spatii occupet, quam materia corporis diaphani; præterea quoniam particulæ corporum in perexiguis distantiis in sese agunt attrahendo, & repellendo (id quod in lumine ex refractione & reflexione intelligitur) ad corpus diaphanum, per quod lumen recta saltem ad sensum transire queat, requiritur, ut æqualitas virium detur inter partes corpus diaphanum componentes, & in radios lucis agentes. His enim positis licet particula lucis directionem suam adcuratissime tenere nequeat, cum hac, & illac trahatur, aut repellatur; nihilominus via ad sensum rectilinea incedet, quia deviatio perquam exigua est, ac sæpe corrigitur. Exigua enim est, quoniam talis particula ob ingentem celeritatem actioni aliarum obsistentium citissime eripitur; corrigitur autem deviatio per vices ab aliis corporum particulis vi æquali & opposita in lucem agentibus. Siquo in corpore diaphano inter-

teriectis novis partibus, aut aliis propriis egressis æquabilitas virium turbetur aut minuatur, id fiet opacum, uti observamus in aqua & oleo terebinthinæ inter se commixtis, cum ea fluida seorsim pellucida sint: item in aqua versa in spumam, ob aerem interiectum. Charta oleo imbuta evadit magis diaphana, quia densitas & vis refractiva particularum olei ad densitatem chartæ propius accedit, quam densitas aeris poros antea obsidentis. Nec vero hoc casu quisquam dixerit interiectu olei poros chartæ evadere magis rectilineos. Quapropter ex sola rectilinea pororum serie diaphaneitas nondum intelligitur, cum vires corporum in lucem agentium tot manifestis indiciis se prodant; dein si pori quaquaversus & sub omni directione in linea recta sunt dispositi, uti nonnulli volunt, nihil iam materiæ solidæ in corpore diaphano relinquitur.

Opacitas corporum ab inæquabili compositione particularum corporis, aut virium oritur, qua fit, ut exigua lucis copia transmittatur; maxima autem illius pars aut reflectatur a superficie, aut intra corpus opacum in omnem partem dispersa absorbeatur, aut non nisi lente, & fractis viribus emergat. Hinc corpora partium disiunctione, aut nova positione sæpe opaca, aut minus pellucida redduntur, uti in vitro contuso, gemma pluribus sulcis exasperata, liquoribus frigore concretis, aqua in vapores soluta contingit, cum præsertim aeris heterogeneæ particulæ corporibus sese misceant.

§. LXXXVIII.

III. Emissio lucis a vi repulsiva corporum lucentium repetenda est. Eiusmodi virium exempla corporum fermentationes, ac displosiones passim præbent. Intensio illarum consideratione, & admiratione sane digna est, & ex celeritate particularum luminis colligi potest. Fortassis celeritas idcirco tam magna est, quod massa particulæ cuiusvis evibratæ, quæ lucis sensationem excitat, incredibiliter parva & exilis sit. Secundum leges quidem mechanicas eadem vis impressa movet massas diversas celeritate iisdem massis reciproca. At vis attractiva specialis non in ratione mas-

ſæ attractæ, ſed attrahentis creſcit. Qua lege agant ſpeciales corporum vires, ex defectu phœnomenorum conſentientium determinari adhuc non potuit. Illud certum eſt *primo* nullam in natura legem extare, aut certe veriſimili ratione defendi poſſe, vi cuius particulæ unius corporis totalis tranſire nequeant in corpus totale aliud e. g. e ſole & ſtellis fixis in planetas. *Secundo* transmiſſio lucis e ſole in alios planetas impediri non poteſt attractione contraria maſſæ ſolaris tum ob immanem lucis celeritatem, tum ob attractionem decreſcentem in ratione reciproca duplicata diſtantiarum a centro ſolis. Si corpus terreſtre ea gravitate conſtante, quam in ſuperficie telluris habet, usque ad eius centrum decideret, eam lapſu libero & uniformiter accelerato acquireret velocitatem, qua ſi proiiceretur, nunquam ad terram deinceps rediret, ſed per ramum parabolæ aut per lineam rectam perpetuo magis recederet a terra, non obſtante eius attractione. Igitur concipi poteſt, eam ſubtiliſſimæ luci celeritatem inprimi, qua a ſole penitus recedat non obſtante attractione maſſæ ſolaris; atque ita per vim impreſſam tamdiu abibit a ſole motu æquabili, donec is a cauſſis extraneis mutetur; quod quidem mechanicis legibus perquam conforme eſt.

§. LXXXIX.

IV. Lucis ſubtilitas non obſtat, quo minus radii in foco collecti maximas in corporibus mutationes producant. Cum enim particulæ lucis condenſatæ plurimum convergant, earum vires, atque impetus in tenues corporum particulas plurimum augetur, uti fit in omni fluido celeriter decurrente, & in anguſtiorem alveum repente conſtricto; hac lucis vi æquilibrium virium, quas minimæ corporum partes exerunt, primo turbatur; quo facto per ipſas vires internas corporum reliqui effectus reſolutionis, calcinationis, exploſionis &c. ſponte conſequuntur, id quod omni fermentationi proprium eſt. Univerſe ignis igni occurrens maximos effectus edit, eoque maiores, quo in anguſtius ſpatium condenſatur. Radii ſolis ope vitri magni uſtorii in amplioren focum collecti nondum effectus tam ingentes

præ-

præstant, quam si iidem vitro secundo in arctius spatium, & minorem focum cogantur, etsi per secundum hoc vitrum non exigua lucis pars iterum dispergatur, radiorumque copia minor fiat, ac antea erat in ampliore foco. At nempe mutuæ eorum vires, frictio, elasticitas &c. imminutis distantiis augentur. Ob hunc radiorum occursum fit, ut, cum nive tectum est solum, nix a radiis directis non liquefacta, mox tabescat, si murus, vel aliud corpus album solis radios reflectat, ut reflexi directis occurrant. Hinc etiam intelligitur ingens in vallibus calor, quando in montibus frigus est; nam a lateribus montium radii in vallem repercussi occurrunt tum aliis directis, tum reflexis a terra. Ob eandem rationem flamma oris flatu densata maiorem solito effectum edit. Etsi autem focus, in quem ope vitri coire coguntur radii, velut punctum fit relate ad spatium, per quod radii antea diffundebantur, tamen respectu tenuissimæ lucis focus amplissimum est spatium, maximeque extensum, quod ab innumerabilibus particulis occupari potest.

Complura alia lucis phænomena ex theoria colorum, & principiis opticis deinceps declarabuntur. Hactenus dicta satis & abunde demonstrant, veram, minimeque fictam lucis caussam adsignari ab iis, qui eam in effluviis corporum lucentium consistere autumant. Hæc sententia alio argumento, eoque valido confirmatur in hunc modum: lux aut in vibrationibus materiæ ethereæ sita est, aut in effluvio e corpore lucente evaporante (nam qualitates Peripateticorum, & hypothesis Cartesii dudum explosæ sunt) non est autem sita in vibrationibus materiæ æthereæ; igitur in effluvio evaporante. De æthere supra disseruimus; unde colligi potest, non eam esse inter sonum, & lumen analogiam, ut utrumque per medium quoddam elasticum explicari possit. Sonus enim ad latera diffundi debet: lux propagatur recta; quod quidem discrimen opinione mea rem decidit. Quæ præterea contra hanc thesin obiici solent, aut levioris momenti sunt, aut æque premunt patronos ætheris, quam Newtonianos. Quærunt quorsum particulæ lucis, quæ in corpus solidum cuiusdam planetæ non incurrunt, denique deferantur? cur lucis vapores per amplissima spatia diffusi nihil officiant planetarum motui? cur

cur lux non intendatur sola praesentia longiore corporis lucidi, uti odor & calor intenditur? nempe motus occursu corporum extinguitur, ac tum particulae ineptae sunt impressionibus faciendis in organo.

CAPUT V.

De Coloribus.

Colores spectari possunt, 1. uti sunt in luce vel radiis corporis lucentis. 2. in obiectis, quae colorata dicuntur. 3. in organo. 4. in idea animae impressionem lucis percipientis. Ostendimus supra, quemvis album lucis radium ex plurimis staminibus compositum, diverso, eoque constanti & immutabili colore praeditis. Hinc color, uti est in luce, eiusque radiis, nihil est aliud, nisi certa affectio particularum lucis ab earum motu, mole, figura & viribus pendens, ob quam haec potius quam alia impressio in organo, indeque in anima determinati coloris perceptio consequatur. Diversitas quidem impressionis, quae a diversi coloris radiis fit in organo, satis percipi potest; nam rubra fulgent, & oculos perstringunt fulgore suo: violacea lanquent: viridia grata quadam lenitate demulcent oculos. Hoc loco indagandum est, cur obiecta radios reflectentia hunc prae alio colorem exhibeant.

§. XC.

Propositio I. *Tenuissimae lamellae corporum aut medii cuiusdam pro diversa crassitie diversi generis radios reflectunt.* Probatur maxime ex observationibus:

I. Fiat lamella tenuis ex aqua paullulum sapone imbuta, & ope fistulae in bullam conflata. Haec bulla imponatur vitro supra obiectum nigrum posito, ita ut hemisphaerii figuram retineat. Eadem tegi potest campanula vitrea admodum pellucida, ne colores bullae aeris agitatione turbentur. Quia aqua versus omnem partem ex bulla in planum vitreum continuo defluit, haec in suprema parte fiet tenuissima, tum usque ad infimum marginem crassities continuo crescet. Antequam disrumpatur, in suprema parte ita tenuis fit, ut nigra ad-

adpareat, ac proin eo loco nihil luminis sensibiliter reflectat: inde circa maculam nigram alii atque alii colores pro crassitie diversa bullæ aqueæ conspiciuntur; quod manifesto indicio est, ob solam crassitiei in bulla seu lamella aquæ diversitatem hos potius quam alios radios coloratos reflecti.

II. Fiat lamella tenuis ex aere hoc modo: Lentes vitreæ, quæ sint maioris sphæræ segmenta, sibi mutuo imponantur, & valide comprimantur, ut lamellæ aeris tenuissimæ lentibus interiectæ obtineantur, quæ pro diversa a puncto contactus distantia certa ratione crescant, uti si (F. XVII) lens A B D lentem F G H contingat in C; lamellæ aereæ i k, l m, n o, p q in recessu a puncto contactus C continuo crassiores fient; aut si (F. XVIII.) vitrum planum A B imponatur vitro convexo D E, lamellæ interiecti aeris m n, o p a puncto contactus C aliam atque aliam crassitiem seu profunditatem habebunt. Si in lentes ita compressas incidit lux alba solis, in medio, seu in puncto contactus macula nigra conspicitur ob radios ibi transmissos. Hanc maculam annuli colorati cingunt vario colorum ordine. In prima serie circa maculam nigram observatur color cæruleus, flavus, viridis; in secunda violaceus. cæruleus, viridis, flavus, ruber; in tertia purpureus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus &c. Animadvertendum autem est, primo colores istorum annulorum in quibusdam a puncto contactus distantiis valde vivaces ac fulgidos esse, in aliis distantiis obscuriores, & pallescentes, ita ut alternatim priores cum posterioribus misceantur. *Secundo* eiusdem generis colorem in pluribus annulis & varia distantia a puncto contactus redire, proindeque a lamellis *diversæ* densitatis reflecti; id quod sequens n. III. observatio manifestius declarabit. Si vitra lente ad se adprimuntur, alii atque alii colores circa nigricantem maculam emergunt, qui laxata pressione undarum instar versus punctum contactus, tanquam centrum circulorum coloratorum refluunt, ibique evanescunt. Ex quo perspicuum est, diversos colores annulorum non nisi diversæ profunditati lamellarum aeris adscribendos esse; nam compressis, aut relaxatis lentibus nihil aliud fit, quam ut profundi-

ditas lamellarum aeris lentibus interiectarum augeatur, vel minuatur. Ea aucta vel imminuta alii atque alii colores emergunt, aut evanescunt.

III. Si radius *homogeneus* lucis per medium homogeneum transmittitur, post decursum in eo certum spatium acquirit dispositionem quandam, ut reflectatur facilius, & alternatim facilius transmittatur, si nova deinceps superficies refringens occurat. Id Newtonus sequenti experimento collegit: radius homogeneus lucis ope prismatis a reliquis separatus excipitur charta alba, ex qua in vitra coniuncta reflecti possit. Si dein oculus in superioris lentis superficiem vertitur, in puncto contactus observatur macula nigra; hanc cingit annulus lucidus eiusdem coloris, quem radius homogeneus præ se fert; annulum hunc sequitur obscurus, postea lucidus; atque ita deinceps per vices annuli lucidi & obscuri alternant. Siquis vero per vitra coniuncta & ante oculos constituta transpiciat in chartam albam radio homogeneo illustratam, circa punctum contactus conspicitur macula lucida, quam annulus obscurus ambit, hunc excipit coloratus, atque ita inverso ordine, ubi inspicienti annulus obscurus adparebat, nunc transpicienti repræsentatur annulus coloratus. Unde perspicuum est, maculam nigram in primo casu ex transmissione radiorum fuisse ortam, uti & omnes annulos obscuros; hinc trans lentem aspicienti macula lucida, & annuli colorati iisdem locis exhibentur. De hoc experimento animadvertendum est *primo* in diversa a puncto contactus distantia lamellas aeris homogeneas quidem, sed diversæ profunditatis esse interiectas, per quas si radius transit, semper ad medium diversæ ab aere densitatis nempe ad vitrum pervenit, ita ut pro alia crassitie lamellæ aereæ transmittatur, pro alia reflectatur; ex quo conficitur, radium quemvis homogeneum, dum per medium homogeneum progreditur, habere dispositionem, ut decurso certo intervallo, si deinceps medium diversæ densitatis occurrit, nunc facilius reflectatur, & alternatim facilius transmittatur; & quia annuli lucidi & obscuri alternant, idem radius dispositionem, quam habet ad transmissum, sæpius in dispositionem ad reflexionem mutat; quapropter conci-

pien-

piendæ sunt in quovis radio *vices alternæ facilioris reflexionis & transmissus.* Spatium, quod radio percurrendum est, ut a dispositione ad faciliorem reflexionem transeat ad dispositionem ad faciliorem transmissum NEWTONUS *intervallum vicium* adpellavit. *Secundo.* Hæ vices radiorum non nisi in transitu per subtilissimas corporum sive mediorum quorumvis lamellas notantur; quando enim aucta lentium distantia lamellarum pariter crassities augetur, tum annuli colorati, tum obscuri evanescunt. *Tertio.* Ratio huius mutationis unice quærenda est in superficiebus lamellarum lentibus interiectarum; si enim spatium inter binas lentes interiectum depulso aere impletur aqua, annulorum diametri contrahuntur, eorumque color admodum diluitur. Similiter si alterutra superficies humectatur, tum radii transmissi, tum reflexi languescunt, & pallidiores evadunt. *Quarto.* Si lentes fortius comprimuntur diametri omnium circulorum augentur. Pro varia oculi positione annulorum amplitudo mutatur; nam universe reflexio luminis a maiore radiorum incidentium obliquitate pendet; & quia radius oblique delatus ad aliquod punctum, maius spatium inter lamellam interiectam conficit, fieri potest, ut in alia dispositione sit, quam si directe pergeret. *Quinto* annuli ex radiis violaceis enati, arctiores visi sunt rubeis, & universe, quo magis refrangibilia sunt stamina; eo magis contrahuntur tum annuli lucidi, tum obscuri.

Eiusmodi lamellæ diversorum colorum passim observantur in tenuissimis stratis olei aquæ innatantibus, aut tenuissimis stratis aquæ corporum superficiebus adhærentis, in lapide speculari, sive seleniti, in vitro muscovitico, aut si lux dispersa in tenues chartas incidit, ut adeo pro explorato haberi debeat, non nisi a diversa profunditate lamellarum, in quas lux alba solis incidit, caussam repetendam esse, cur huius potiusquam alterius coloris radius reflectatur. De caussa istarum vicium, quoniam præter hypotheses statui nihil potest, supervacaneum est disputare. Ad explicandos colores nativos corporum satis est eam lucis proprietatem certis observationibus, & experimentis innotuisse. Newtonus quidem in indaganda ea caussa non

non multum laboravit, sed praeclara inventa sua perficiens, & deprehensa naturae vestigia persequens id egit, ut rationes, quas annulorum coloratorum, & obscurorum diametri inter se habent, determinaret, atque ipsa intervalla vicium ad examen vocaret. Quapropter diametros annulorum coloratorum, ubi maxime fulgent, primo dimensus est, invenitque diametrorum quadrata crescere in progressione arithmetica numerorum imparium 1. 3. 5. 7. 9. 11: *quadrata vero diametrorum in annulis obscuris & pallentibus, qui coloratis alternatim miscentur, in progressione arithmetica numerorum parium* 0, 2, 6, 8, 10, 12. *Quoniam vero alterum vitrum planum, alterum sphaericum erat, invenit, crassities lamellarum aeris, per quas annuli pallentes, aut certo modo colorati gignuntur, in eadem proportione crescere. Sit enim (Fi. XVIII.) circulus C D E sectio sphaerae eiusdem radii, quem habet vitrum convexum ad experimenta adhibitum. A B sectio vitri plani tangens vitrum, aut circulum in C; sint C m, C o radii annulorum; erit crassities lamellae aereae vitris interiectae, m n = C f; & o p = C g. Ponatur, uti in circulo solet, diameter C D = a; C f vel m n = x; C g seu o p = X; C m vel f n = y; g p vel C o = Y; fiet ex natura circuli* $y^2 = ax - xx$; $Y^2 = aX - XX$; *consequenter* $y^2 : Y^2 = ax - xx : aX - XX = x : \frac{a - X}{a - x} \times X$. *Quodsi iam C D sive a respectu x & X valde ingens sit, erit* $\frac{a - X}{a - x} = 1$, *proinde* $y^2 : Y^2 = x : X$, *hoc est quadrata radiorum, aut diametrorum, quas annuli habent, crescunt ut spatiola m n, o p, sive ut crassities lamellarum aeris. Quia immisso in vitra coniuncta radio homogeneo circa punctum contactus macula nigra cernitur, indeque colorati annuli & obscuri alternant, recte deducitur, radios omnes traiici, ubi nulla vel minima est profunditas lamellarum aeris; reflecti vero, ubi ea determinatae quantitatis est: rursus traiici, ubi ea profunditas sit duplo, quadruplo, sextuplo maior; reflecti autem, ubi tripla quintupla, septupla est. Hinc instituto circa alios atque*

que alios radios coloratos experimento eo ventum est, ut sequens problema solvi possit: data crassitudine, & densitate cuiusvis lamellæ pellucidæ, & data radiorum incidentium inclinatione, invenire colorem.

§. XCI.

Propositio II. *Colores nativi corporum pendent a subtilissimis & diaphanis eorum lamellis in superficie dispositis, quæ pro varia sua crassitudine & densitate certi coloris radios copiosius reflectunt, reliquos magna parte absorbent, vel transmittunt.* Hæc propositio veluti sua sponte fluit ex iis, quæ de corporum tenuissimis lamellis paullo ante, & supra de immutabili, & constante radiorum colore diximus. Corpora enim non videntur nisi per radios, quos reflectunt: singuli autem radii sunt determinati, certique coloris, & quidem constantis, ac immutabilis; igitur corpora videri non possunt certo modo colorata e. g. rubra, aut violacea, nisi eiusdem coloris radios, nempe rubros aut violaceos maximam partem reflectant. Atqui per subtilissimas & diaphanas lamellas fit, ut certi coloris radios potissimum reflectant. Ab his igitur lamellis pendent nativi colores corporum.

In memoriam hic revocanda sunt experimenta prismatis, de quibus §. LXXVI. egimus. Ex iis enim constat, quemvis radium homogeneum prismate separatum nulla quantumvis repetita refractione, aut reflexione colorem mutare; unde recte concluditur, corpora quoque in plena solis luce constituta radios, eorumve colorem non mutare, sed reflectere omnino tales, quales inciderunt; proindeque colores nulla modificatione luminis explicari posse. Siquis radius homogeneus e. g. viridis in quodvis obiectum incidit, atque ad oculos reflectitur, id non nisi viridem colorem exhibet, etsi luci expositum alium præ se ferat colorem. Unde discimus, corpora omnis quidem generis radios aliquos reflectere; sed maiore copia eos duntaxat, qui subtilitati & densitati lamellarum eius respondent, quique proin prævalent in organo, certique coloris perceptionem excitant, cum præsertim per exigua discri-

mina ab uno ad alium colorem radii transeant, & a nobis ob organi imperfectionem parva discrimina tum intensitatis, tum colorum lucis discerni non possint. Ob hanc igitur caussam corpus, quod albæ luci solis expositum adparet rubrum, in lumine viridi non tam rubrum, sed viride adparet; quia in luce solari radios rubros longe maiore copia reflectit, quam alios e. g. virides, etsi istorum quoque, & generum aliorum radios quosdam reflectat, ob quos viride adparet in lumine viridi. Certe corpora, quæ a luna pleno lumine fulgente illustrantur, conspici a nobis possunt, etsi lux lunæ circiter ter centies millies rarior sit luce solari ut infra dicemus. Igitur ad sensationem coloris viridis, quem obiectum alias rubrum exhibet, excitandam pauci sufficient radii virides, qui reflectuntur, quique non nisi relate ad rubros in plena solis luce reflexos pauci censeri possunt. Cæterum experientia teste languent rubra in luce viridi; viridia vero in illa luce clara nitent; imo etiam cærulea languent in luce rubra, quæ validissima est; contra nitent in luce cærulea, etsi hæc multo debilior sit. Nihil in hac theoria per hypothesin fingitur. Certis experimentis nituntur omnia, perque experimenta & observationes alias, de quibus deinceps agendum est, magnopere confirmantur.

§. XCII.

Explicatio Phœnomenorum.

I. *Albedo* est permixtio omnis generis radiorum; si enim corpus radios cuiusvis coloris satis æquabiliter commixtos, satisque magna copia reflectit, corpus album adparet; quia lux alba solis non nisi radiis coloratis ita commixtis constat, & radii colorati si post separationem iterum colligantur in focum ope lentis, non nisi lucem albam solis exhibent. Ut autem reflexio lucis copiosæ & æquabiliter commixtæ fiat, necesse erit, ut particulæ corpus album componentes valde diversæ densitatis & crassitiei sint, & maiora intervalla penitus vacua relinquant. Tunc enim ob medii diversitatem maior reflexio existet. Cæterum corpora alba luci solari obiecta, & in tenebras celeriter translata præ cæteris lucem videntur emittere, non quod radios

dios lucis antea copiose imbiberint, sed quod aptiora sint ad motus intestinos concipiendos, per quos lux antea latens in corporibus, & particulæ de novo attenuatæ evibrantur.

II. *Nigrum* adparet corpus, quod nullius generis radios maiore copia reflectit, sed absorbet intra se, aut lente, & successive transmittit. Sunt autem gradus nigredinis; ac si perfecta nigredo concipitur, ea in aptitudine omnis generis radios absordendi, aut hebetato penitus motu transmittendi sita est. Hinc corpora, quatenus nigra sunt, reipsa non videmus; sed ex luce quæ limbos eorum perstringit, eorundem ideam accipimus. Sed nullum est corpus perfecte nigrum; omnia enim aliquos radios, eosque inter se æquabiliter commixtos reflectunt; unde imperfecte nigra potius alba sunt, sed in gradu infimo, & debilissimo, quia maximam eorum copiam absorbent. Violacea in obscura luce adparent nigra ob ipsam radiorum, quos remittunt, debilitatem: uti e contrario ea, quæ cinerei coloris sunt, si valde illuminentur, alba adparent. Cubiculum aperta fenestra eminus spectatum, dum lux plena exterius oculos perstringit, videtur nigrum, etsi eius parietes undique illustrati ab adstantibus conspiciantur; nempe lux per fenestras regressa respectu exterioris admodum infirma est. Siquod corpus nigrum superficiem habeat satis planam, & lævigatam, paucosque illos radios, quos reflectit, certa lege & versus certam plagam remittat, ad naturam corporis specularis accedet; ubi nota, multo plura requiri ad superficiem specularem, & imaginem corporis illuminati aut lucidi exhibendam, quam præcise ad conspicienda corpora opaca requiratur. Ut enim corpus speculare sit, necesse est, ut radii, qui ex singulis punctis physicis corporis speculo obiecti egrediuntur, certa lege, & in certam plagam sat copiose ab eodem speculo reflectantur. Pleraque autem corpora opaca eosdem irregulariter in omnem partem dispergunt; ac si dein radii in oculo colliguntur, corpus opacum conspici quidem poterit, non item imago alterius corporis oppositi, uti in speculis fit, quia eorum positio irregularis, & commixtio atque confusio post dispersio-

 nem

nem non tollitur. Cæterum ex macula nigra, quæ vitra coniuncta in puncto contactus exhibent, uti supra diximus, intelligitur, ad constitutionem corporis nigri requiri summam tenuitatem lamellarum, aut certe eiusmodi crassitiem & densitatem, ut eæ citra sensibilem coloris mutationem diaphanæ maneant; intra ipsum vero corpus multo maius virium, quæ in lucem exeruntur, discrimen fit, ut adeo lux variis ambagibus intra corpus oberrans tardius, rariusque ac nulla certa lege emergat. Hinc igne & putrefactione corpora nigrescunt ob solutionem atque attenuationem particularum, quæ aliis exturbatis relinquuntur: parva quantitas materiæ nigræ eodem colore magnam alterius copiam imbuit, ob subtilitatem particularum, in quas dividitur. Corpora nigra præ aliis incalescunt luce solis, aut si humida fuerit, exsiccantur ob copiosos radios, quos absorbent.

III. Colores *constantes* adpellantur, quando corpora qualibet directione, & sub quocunque angulo inspecta eundem semper colorem exhibent: at *variabiles* sunt, quando corpora pro diversa oculi positione alio atque alio modo colorata videntur. Hoc posterius in collo columbarum, filis aranearum, materiis quibusdam e serico contextis, caudis pavonum, bullis aquæ &c. notatur. Discrimen a diversa subtilitate particularum pendet. Si enim minimæ particulæ seu lamellæ corporum densiores sint fluido, ex quo lux in illas transit, radius A C ad perpendiculum refringetur (F. XIX.) pergetque directione C E; proinde minus distabit a perpendiculo, eritque in eadem dispositione, ac dum perpendiculariter incidit; ut adeo species coloris transmissi vel reflexi ex obliquitate incidentiæ mutari non possit. Si vero lamellæ rariores sint ipso fluido, ex quo lux advenit, refractio fiet a perpendiculo (F. XX.) & directio radii refracti c e multo magis a perpendiculo o p discedet. Hinc etiam diversa vicium intervalla & numeri oriuntur in radiis oblique incidentibus, ut, si radius perpendicularis sit in dispositione reflexionis, obliquus eiusdem speciei radius existat in dispositione transmissus, & aliæ contra species radiorum sint in vice reflexionis. Consequenter alii videbuntur colores reflexi, quando lux ob-

oblique incidit, alii si perpendiculariter, quapropter colores constantiores sunt in lamellis densis intra medium rarius, & magis mutabiles in lamellis raris intra medium densius.

IV. Commixtione liquorum particulæ eorundem attenuari, aut in alias massulas coalescere possunt; hinc sæpe variatur color. Idem contingit, si humectentur corpora, aut oleo perfundantur; eo modo, quo in coniunctis vitris interiectn liquorum colores mutari constat. Potest etiam actione solis, aut ignis partes attenuantis, & quasdam particulas abripientis, alias adducentis magnopere mutari corporum color. Ratio habenda est etiam massæ; vini enim intense rubri parva gutta insensibiliter tantum rubra est, & alba adparet, quia ex omnium generum staminibus satis multa transmittit: maior vero illius massa absorptis aliis staminibus solis rubris, aut iis, ex quorum coniunctione color ruber oritur, maiore copia transitum permittit. Quæ clara solis luce illustrata sunt viridia, ad lucem obscuram lampadis cærulea adparent, non perfecte quidem, sed ut ad cæruleum colorem accedant. Nam & cæruleos radios quosdam reflectunt, & virides cum iisdem ad debilem lucem lampadis quoad obscuritatem conveniunt; hinc dum viridem colorem cæruleo mixtum & obscurum videmus, phantasia nobis ideam cærulei coloris aggerit. Denique & illud animadvertendum est, radios ex flamma lampadis non ea proportione exire, qua ex sole exeunt. Lux solis magis albet, & ad flavum accedit, contra lampadum lux ad rubrum; quodsi igitur diversorum generum radii alia proportione misceantur, ut in solari luce radii flavi uberiore copia insint, quam in lumine lampadis, necessario alius prodit color. Colorem cæruleum aeris sereni adscribunt multi tenuitati lamellarum, queis vapores constant, & per quas colores omnes fortiores a terra & aere reflexi transeunt solis debilioribus, & in primis cæruleis ad nos reflexis. Musschenbroekius ait: cælum videmus cæruleum, quia spatia cælestia supra aerem sunt inania; idcirco adparent nigra. Verum aer reflectit lucem solis, quæ albet; proinde nigredinem cum alba luce permixtam contemplantes colorem cæruleum percipimus, eodem mo-

do, ac pictores ex albo nigroque pigmento cæruleum conficiunt. At MARIOTTUS non tantum videri, sed reipsa cæruleo colore tinctum esse aerem opinatur; quia montes elevati & remoti pariter cærulei adparent, visi scilicet per tale medium diaphanum veluti per vitrum colore tinctum omnia colorata adparent. In serenitate adparet hic color in summo aere; quia tum per magnam huius copiam transspicimus: vicinus autem aer cæruleus non adparet, quia non sufficiens eius copia adest, quemadmodum de parva gutta vini intense rubri supra diximus. Deinde si nocte serena per duo foramina propinqua chartæ densiori inflicta immittatur in chartam albam lux lunæ, & candelæ accensæ: illa videbitur subcærulea, hæc rubra; quoniam nempe illa per magnam aeris copiam transit, hæc vero per parvam. Sole oriente, aut occidente cælum rubescit, quatenus crassiores vapores, & nubes adparent rubræ; Sunt autem eæ nubes inter nos, & solem constitutæ, ut non nisi refracti in illis radii ad nos veniant. Jam vero ob crassitiem vaporum, seu lamellarum, ex quibus formantur, plerique radii reflectuntur exceptis rubris, qui validissimi sunt. Per hos itaque nubes rubeas potissimum videmus.

Est genus quoddam colorum, quos accidentales *vocant, qui fixo in imaginem coloratam obtutu, aut in aliam superficiem albam seu nigram translato adparent. E. g. si in superficie alba contemplemur quadratulum nigrum eo usque, dum oculi eo aspectu veluti fatigentur, conversis oculis in superficiem albam illud quadratum album adparet. Contra quadratulum album in superficie nigra spectatum postea conversis in superficiem albam oculis videtur nigrum. Si parvum quadratum e charta rubra imponitur plagulæ albæ, videtur circa quadratum rubrum, ubi longiore tum tempore oculus immotus in illud defixus est, species quædam coronæ viridis debili colore præditæ oriri. Si dein oculus a quadrato rubro amotus in chartam albam dirigitur, admodum distincte adparet quadratum viride dilutum, nonnihil cærulescens, quod perstat longiore tempore, prout impressio a rubro facta fortior, debiliorve fuerit. Ex adspectu aliorum colorum limbi aliter colorati obti-*

obtinentur. Si interdiu immotus oculus figitur in flammam candelæ ardentis; dein vero convertitur in murum album, ibi cernitur macula obscura, & cærulescens. Plura eiusmodi phænomena recensé: Scherfferus in præclara de coloribus accidentalibus dissertatione. Ratio sufficiens eorundem tum intra oculum existit, quia ex solo coloris nativi fixo intuitu sæpe oritur color alius, tum ex mixtione plurium colorum petenda est. In quem finem animadvertendum est 1. *nos dominantium præcipue radiorum, qui nempe majore copia a corpore colorato remittuntur, perceptionem habere, etsi alii quoque admixti sint. Cum e luce plena in locum obscurum nos recipimus, nocturnas pœne illic tenebras nos offendere arbitramur, licet post aliquam moram ibidem percipiamus lumen aliquod; debilior scilicet lux oculum non satis adficit, qui vehemente illa paullo ante adficiebatur. Accedit, quod pupillam ante contractam in copiosa luce, satis celeriter dilatare haud possimus*

2. *Colorem mixtum oriri, si non omnis generis stamina æquabiliter misceantur, sed plura omisso uno, alterove; id quod certa experientia indubitatum reddit. Hinc pro varia oculi affectione, quæ a præcedentibus impressionibus, variaque mixtione radiorum certi generis varii adparebunt colores. Admodum probabile est (inquit Scherfferus de quadratulis supra memoratis) reflexa ex albo corpore vehementiore luce fatigari quodammodo fundum oculi, & reddi velut ineptum, ut similem impressionem recipiat, nisi aliqua quiete interposita: minus vero lædi partem oculi, in qua imago nigra depingatur. Unde consequitur, quod post aspectum quadrati nigri, si oculus in superficiem albam coniiciatur, hæc minus alba, & umbrosa in toto oculo adparere debeat, præterquam in illa parte, in qua imago nigra fuit depicta, quæ sensibilior fortiorem albi sentiet impressionem; e qua re idea quadrati albi enascetur. Confirmatur hæc opinio exemplo ab aliis sensibus ducto, qui fere redduntur inepti ad impressiones homogeneas debiliores, si præcesserint fortiores. Infinitus sim, si singula ad theoriam colorum pertinentia persequi velim. Satis est, prima eius fundamenta indicasse. De Iride, quam ad hunc locum nonnulli referunt, tum agemus, quando meteora, aliaque id genus ad cor-*

porum totalium atmosphæras spectantia erunt exponenda. Cum vero deinceps de principiis opticis agendum sit; oportet oculi humani structuram habere cognitam, quæ adcurate describitur a Musschenbrœckio, & ex anatomia oculi bovini, aut contemplatione oculi artificialis multo melius innotescet, quam paucis verbis exponi possit: longam enim declarationem angustiæ operis non admittunt.



CAPUT VI.

De Principiis Optices.

Optica est scientia, quæ de visione agit. Dividitur in tres partes. Prima Opticæ nomen retinet; altera dioptrice: tertia catoptrice nominatur, prout nimirum visio fit per radios directe, & sine flexu ad oculum venientes, aut per refractos, aut denique per reflexos. In directa luminis propagatione considerari potest primo, quomodo intensitas lucis a diversis a puncto radiante distantiis decrescat, sive per medium liberum, sive per diaphanum uniforme. Secundo quos umbrarum limites lumen habeat, si a corpore opaco intercipiatur. Tertio qua ratione afficiatur oculus ab obiectis tum quiescentibus, tum in motu constitutis pro variis distantiis, & adiunctis aliis.

§. XCIII.

Propositio I. *Etsi intensitas luminis a puncto radiante per medium homogeneum recedentis decrescat in ratione reciproca duplicata distantiarum ab eodem puncto;* (LXXII.) *non tamen pro maiore distantia decrescit splendor corporum, nisi diametro sensibili carere incipiant.* Nam splendor totius corporis pendet a densitate radiorum, qui eiusdem imaginem in oculo depingunt. Porro hæc imago ob minorem angulum adparentiæ (ut inferius dicetur) in dupla distantia fere quadruplo minor est, ita ut radii quadruplo densiores, & proin splendor quadruplo maior foret, nisi & in dupla distantia quadruplo minor foret intensitas lucis ob radiorum diver-

divergentiam; consequenter in dupla, vel quomodocunque multipla distantia oculi ab obiecto idem permanet splendor, qui est in simpla distantia.

Quæres: cur ergo obiecta eo obscuriora appareant, minusque splendida, quo magis distant? R. ratio petenda est ex atmosphæra, per quam lux transit. Aer præcipue prope superficiem telluris est medium valde densum, & ingentem radiorum copiam intercipit, ita ut obiectum magis remotum tum ob imminutam lucis intensitatem, tum imaginem in oculo identidem decrescentem denique omnino dispareat, quia continuo minor fibrillarum nervearum numerus impellitur, ac denique nulla fit impressio satis sensibilis. Aliter ergo de singulis punctis radiantibus disserendum est, aliter de splendore totius corporis lucidi vel illuminati. Siquod objectum superficiem scabram habeat, ita, ut non omnes illius partes quaquaversus radios reflectant, sed quæ intro recedentes instar vallium ab aliis partibus prominentibus tanquam montibus obteguntur, fieri potest, saltem præscindendo a nimia resistentia medii, ut major distantia majorem lucem conciliet; uti globus turri impositus intensius lucet ad majus intervallum, quam siquis propius adstans eius superficiem consideret scabram, & tempestatum iniuriis deformatam. Nam si propinqua sint talia corpora; eorum imago in oculis depicta multas continet partes nullo vel modico lumine illustratas. Cum autem removentur, partes opacæ semper minores evadunt, ac denique omnino insensibiles; partes autem lucidæ seu illuminatæ opacis interiectæ dein contiguæ ac continuæ videntur, earumque lux respectu spatii, quod imago occupat, æque intensa est. Siquod autem obiectum superficiem habeat lævigatissimam, in medio libero & eadem oculi apertura visum, semper eundem splendorem per se exhibet. Cæterum quæ de luminis decremento, & radiis a puncto radiante divergentibus dicta sunt, non item valent de radiis parallelis per medium homogeneum transeuntibus. In his enim, cum lucis particulæ eandem ubique a se invicem distantiam retineant, eadem ubique lucis intensitas manet. Id quod etiam in majore ab obiecto viso distantia locum habet, etsi radii illius reipsa divergant. Hæc enim divergentia præsertim in radiis propinquis sensibilis esse non

potest. Denique illud quoque intelligitur ex dictis, lumen oblique in superficiem corporis opaci incidens eandem minus illuminare, quam si directe incidat; nempe lumen evadit tanto rarius, quanto maius est spatium, in quod eadem illius copia extenditur. Dum autem oblique illuminatur superficies, eadem luminis copia eo magis extenditur, quo maior obliquitas est.

§. XCIV.

Propositio II. *Intensitas luminis per medium diaphanum uniforme, seu eiusdem ubique densitatis propagati decrescit in progressione geometrica.* Quodvis enim medium diaphanum partem quandam luminis reflectit, seu absorbet. Concipiatur ergo totum corpus diaphanum divisum in lamellas parallelas & æquales; erit inter radios in quamvis lamellam incidentes, & ab eadem reflexos, ac transmissos ubique eadem proportio; e. g. ut a quavis lamella pars dimidia radiorum incidentium reflectatur, dimidia transmittatur; eoquod tale corpus ponatur homogeneum, seu eiusdem ubique densitatis. Quaproptea si numerus radiorum in lamellam primam incidentium sit $= n$; & reflectatur eorum numerus $= \frac{1}{2}$ n; transmittentur radi numero $= \frac{1}{2}$ n. In alteram ergo lamellam incidet numeus radiorum $= \frac{1}{2}$ n; & reflexi, ac transmissi erunt $= \frac{1}{4}$ n. Sic ex tertia reflectentur, ac transmittentur $= \frac{1}{8}$ n; atque ita deinceps; ut proin lumen transmissum decrescat hac serie $\frac{1}{2}$ n, $\frac{1}{4}$ n, $\frac{1}{8}$ n &c. quæ est progressio geometrica. Quamobrem si luminis intensitas simul ob radiorum divergentiam decrescat, totum decrementum erit in ratione composita ex geometrica, & ex reciproca duplicata distantiarum.

Fuere, qui lumen in transmissu per medium homogeneum æquabiliter, seu in progressione arithmetica imminui putabant, quos Bouguerus hoc experimento refutavit. Lumen, quod exacte luci 32 cereorum æquabatur, per duo frusta vitri ad perpendiculum transmissum duplo debilius evasit, & æquale lumini 16 cereorum. Quodsi bina alia frusta eiusdem crassitudinis æquale luminis decrementum ad-

adferrent, uti istorum sententia requirit, evidens est, omnes inde radios intercipiendos fore; multoque magis id fieri deberet in transmissu per 8 aut 10 frusta. Atqui in transmissu per 10 frusta vitrea æqualia, observavit, tantum luminis superesse, ut lumini unius cerei nihil cederet. De hac luminis per corpora diaphana transmissi diminutione pluribus verbis agit Bouguerus in præclaro opere, quod Photometriam inscripsit, seu scientiam, quæ vires luminis tum a corporibus lucidis emissi, tum ab opacis reflexi metitur. Indidem pauca hic adnotabo. Primo *Lumen solis non amplius perceptibile est, quando* 100,000'000,000^{es} *imminutum ponitur. Idem solis lumen circiter* 300,000^{es} *fortius est luce lunæ plenæ in distantia media a tellure versantis: in traiectu* 10 *ped. profunditatis aquæ marinæ decrescit in ratione* 3 *ad* 2; *atque in profunditate* 311 *ped. circiter* 300,000^{es} *debilius redderetur, scilicet par luci lunæ plenæ: in profunditate autem aquæ marinæ* 679 *pedum lumen solis omnino disparêret.* Secundo. *Per atmosphæram seu aerem nostrum crassum, quo cingimur, in horizontali spatio* 189 *hexap. seu* $\frac{1}{12}$ *leucæ communis, pars centesima lucis perditur; & intervallo* 7469 *hexap. seu* $3\frac{1}{4}$ *leuc. fere, pars tertia perit: demum in profunditate aeris nostri crassi* 518385 *ped. seu* 227 *circiter leucarum omne lumen interciperetur. Unde nihil lucis a sideribus ad nos perveniret, si atmosphæra pari ubique densitate ad tantam a tellure distantiam protenderetur.* Tertio. *Quo minor est astri altitudo, seu distantia ab horizonte, eo magis lumen inde emissum debilitatur, quia tum longiori tractu per atmosphæram crassiorem defertur, quam si stella maiorem altitudinem obtinet. Hinc Bouguerus calculo observationibus nixo luminis decrementum pro quavis sideris altitudine determinavit. Idem observavit, atmosphæram ipsam in diversis partibus etiam sereno tempore diversa luce splendere. Sic sole fere* 25^{v} *alto reperit lumen atmosphæræ in distantia* 8 *aut* 9 *graduum a sole, quadruplo fortius fuisse, quam in distantia* 31, *aut* 32 *grad. Animadversione maxime dignum ei videbatur, quod, dum solis altitudo non nisi* 15 *aut* 20 *grad. est, & spatia cælestia æque supra horizontem elevata observantur, lumen, post-*

postquam ad definitum a sole intervallum utrinque imminutum est, dein rursus augeatur, usque ad punctum soli oppositum; ac proin in hoc circulo horizonti parallelo duae partes dantur minus lucentes seu duo minima, quae, quantum Bouguero visum est, a sole 110 aut 120 gradibus distant & contra inter haec duo minima a sole aeque remota datur in puncto soli opposito maximum, id est, spatium maxime lucidum.

§. XCV.

Propositio III. *Dum corpus opacum ab una tantum parte illuminatur, in partem directe oppositam umbra proiicitur lineis rectis progrediens.* Radii enim lucis linea recta propagati, & extimam corporis superficiem radentes umbram ex parte aversa terminant.

Si corpus lucidum diametrum sensibilem habeat, probe distinguenda est penumbra ab umbra vera. Sit F. I. Tab. II. A B sol; E D corpus opacum super solo D I. Quando oculus ab I ad H accedit, videbit in H integrum adhuc solis discum. At si ex H versus D pergit, inferior solis limbus circa A illi primum obtegetur, tum maior continuo eiusdem pars. In G superiorem duntaxat partem C B solis conspiciet: denique in F ad umbram veram D F pertinget. Unde solum H F eo minus illuminabitur, quo eius partes propiores sunt umbrae verae; penumbra autem H F eo maior erit, quo maior est angulus F E H, seu diameter adparens solis, & distantia E F. Longitudo D F determinat umbram veram. Est autem E D: D F; ita radius ad tangentem anguli D E F seu ad cotangentem anguli E F D, qui altitudinem adparentem sideris supra planum D H metitur. Quare si E D obstaculum constans manet, erunt longitudines verae umbrarum, ut cotangentes adparentium altitudinum.

§. XCVI.

Corollarium. *Si sphaera lucida illuminet opacam, & illa hac minor fuerit, maior eius superficiei portio minorem opaci partem illuminabit. Contrarium fiet, si lucida superet opacam: Si fuerint aequales, dimidia illu-*

mi-

minabit dimidiam. F. II. T. II. Sit B sphæra lucida minor; C sphæra opaca maior. Ducantur tangentes sphæram utramque L P, K O. Evidens est, per eas determinari ultimos radios, qui a sphæra lucida in opacam venire possunt. Ad rectam B C centra iungentem ducantur normaliter diametri H I, M N; item radii ad tangentes normales B K, B L; C O, C P. Ergo arcus L R K maior arcu H R I, seu maior 180° exhibet partem illuminantem; & arcus PSO minor arcu MSN seu minor 180° partem illuminatam. Unde & contrarium evenire liquet, si sphæra C ponatur lucida, & B opaca. Demum cum in sphæris æqualibus tangentes parallelæ evadant, eo ipso per extrema diametrorum M N, H I transibunt, ideoque arcus uterque fiet = 180°.

Per se patet, umbram a sphæra maiore opaca C proiectam fore divergentem: contra umbram a sphæra minore opaca B proiectam convergentem: a sphæra autem æquali umbram cylindricam infinitam proiici. Longitudo umbræ BA a sphæra opaca minore B proiectæ haud ægre determinatur datis sphærarum radiis, & centrorum distantia. Ducatur enim K D parallela ad A C; erit ob D C, & B K parallelas (utpote normales ad AO) DCKB parallelogrammum; & O D : O C = D K : C A, seu O C — K B : O C = B C : C A; a qua, subtracta centrorum distantia B C manet A B, longitudo umbræ. Hic casus usui est in eclypsibus lunæ, si B ponatur esse terra, C sol.

§. XCVII.

Observatio. Si lumini omnis in cubiculo aditus obstruitur (F. III. T. II.) relicto exiguo foramine O, tempestate serena in albo pariete foramini obverso N n, omnium obiectorum extra foramen positorum, siquidem maiore solis luce perfusa fuerint, imagines suis etiam distinctæ coloribus, etsi languentibus conspiciuntur & immotarum quidem rerum figuræ immotæ, motarum vero motæ cernuntur. Situs omnium inversus est; quod inde accidit, quia radii per foramen O decussatim transeunt. Sic obiecti punctum supremum A exhibetur in puncto imaginis infimo a, & punctum obiecti infimum

mum B in puncto imaginis supremo b. Jam vero oculus idem nobis præstat, quod camera hæc obscura. Pupilla foramen est, quod radios lucis in ea se intersecantes admittit, qui in fundo oculi ceu in pariete rerum imagines depingunt. Videntur tamen a nobis omnia situ erecto; cum enim de obiecti situ non aliunde facere iudicium possimus, quam ex impressione in organo visus per radios facta, & radius a superiore obiecti parte incidens feriat partem oculi inferiorem, eo ipso oculus impressionem ad partem obiecti superiorem referet; igitur, ut reipsa est, superior obiecti pars etiam loco superiore videbitur. *Angulus opticus* dicitur, quem in pupilla efficiunt radii ab extimis obiecti punctis venientes, cui in camera obscura analogus est angulus b O a, qui fit a radiis A a, B b in foramine O se decussantibus. Diligenter autem distinguenda est *magnitudo adparens angularis*, sive angulus opticus, qui fit a radiis ab obiecti extremitatibus ad oculum ductis, a *magnitudine adparente æstimata*; quæ est idea magnitudinis obiecti, quæ in mente oritur tam ex impressione in oculo, quam ex iis, quæ cum illa impressione connectuntur, quin nexum distincte advertamus.

In magnitudine adparente æstimata ratiocinium intervenire minime puncto; non tamen excludo nexum, quo impressiones huiusmodi sæpius connectuntur cum ideis alio tempore habitis, ita ut, velimus, nolimus, istæ rursum se menti sistant; sicut ex impressionibus characterum, aut vocum in organo visus vel auditus factis excitantur ideæ rerum, quæ in idiomate nobis familiari indicantur. Distinctionem inter magnitudinem adparentem, & æstimatam iam VV. Optici agnoverunt, uti Alhazenus Opt. l. 7. & Vitellio L. 10. vulgo attulerunt exemplum manus adversæ parieti, eumque obtegentis; qui licet sub eodem angulo adpareat, ac manus; hac tamen longe maior ab omnibus evidenter æstimatur. Quæ de magnitudine adparente obiectorum dicuntur, etiam de magnitudine adparente distantiarum intelligenda sunt, cum eadem quoque rationem magnitudinis habeant.



§. XCVIII.

Propositio IV. *Magnitudo adparens aestimata obiectorum a pluribus pendet caussis, ceu* 1. *ab angulo optico, sive magnitudine angulari,* 2. *a distantia adparente obiecti ab oculo,* 3. *ab obscuritate, & confusione, qua obiecta adspectui nostro sunt exposita,* 4. *a numero diversorum obiectorum; quae inter oculum & obiectum interiacere videmus,* 5. *ab ipsa oculi structura,* 6. *denique ab ipsa consuetudine iudicandi, seu ab experientia, quam de vera obiecti magnitudine, ac distantia habemus.* Hae saltem caussae, ac conditiones, a quibus magnitudo aestimata obiectorum pendet, distinctius exponendae sunt; fortassis enim aliae praeterea in hac re concurrunt.

I. *Magnitudo aestimata obiectorum pendet ab angulo optico.* Nam caeteris paribus de magnitudine obiectorum non aliunde iudicare possumus, quam ex imaginibus in oculo formatis, quarum magnitudo ab angulo optico determinatur. Haec magnitudinis aestimatio potissimum locum habet in distantiis maioribus, & incognitis. Tum enim iudicium de magnitudine obiecti ex angulo optico conceptum non facile ab aliis caussis corrigitur. In his ergo casibus, si obiectorum aequalium, vel inaequalium imagines in oculo eundem angulum subtendunt, videbuntur aequalia obiecta: contra si idem obiectum in diversis ab oculo distantiis positum ab alio atque alio angulo adpareat, diversa quoque illius magnitudo aestimabitur. Sic F. IV. T. II. si obiectum AB magis ab oculo removeatur, & situ parallelo transferatur in a b, sub minore angulo a C b adparebit, ita ut magnitudo aestimata obiecti in distantia A C ad magnitudinem aestimatam in distantia a C sit, ut ang. ACB ad ang. a C b.

§. XCIX.

Corollarium I. Licet tangentes angulorum in ratione paullo maiore, quam ipsi anguli crescant; tamen si anguli valde sint acuti, ad sensum sunt ut tangentes; ita, ut si neuter angulorum, qui comparantur, excedat 23 gradus, error minor sit vicesima totius anguli par-

parte, si angulis tangentes substituantur: si autem neuter angulorum integrum gradum superet, error nunquam excedet $54'''$. Porro tangens anguli ACB est ad tangentem anguli aCb, ut AB : AO = ab : AO = aC : AC; *proinde tangentes angulorum opticorum, adeoque & ipsae magnitudines aestimatae diametrorum in dictis casibus erunt in ratione reciproca distantiarum.* Intelligendum vero hoc est de magnitudine diametrorum, & dimensionum simplicium. Si enim obiectum directe oculo obversum *planum* sit e.g. circulus; tum magnitudo adparens circuli in distantia AC erit ad magnitudinem adparentem in distantia aC = $AB^2 : AO^2 = ab^2 : AO^2 = aC^2 : AC^2$, seu in *ratione reciproca duplicata distantiarum.*

§. C.

Corollarium II. Lineae parallelae ad magnam distantiam productae videntur coucurrere. Nam intervallum duarum linearum parallelarum sub minori usque angulo optico obiicitur, ut adeo in magna distantia omnino videatur evanescere, & parallelae concurrere. Similiter si obiectum datur eiusdem altitudinis cum oculo supra planum horizontale; & eius distantia ab oculo quinquies vel sexies millies maior sit altitudine, videbitur ista sub angulo $40''$ circiter, & vix non evanescet distantia obiecti a plano. Porro, quantum videantur concurrere lineae parallelae, plerumque non a solo pendet angulo optico, sed ab aliis praeterea caussis magnitudinis aestimatae in Propositione adsignatis. Nihilominus ex illo sequentium phaenomenorum ratio petitur. 1. Cur turris admodum alta videatur versus illum propendere, qui eius verticem ex pede spectat; quia perpendiculum, ad quod turris est erecta, cum perpendiculo, quod per spectatoris oculum transit, in maiore altitudine concurrere videtur. 2. Cur maris superficies eo altius vidatur attolli, quo longius distat, & quo magis editus est locus, ex quo spectatur. Item cur in longioribus porticibus & ambulacris lacunar videatur deprimi, & pavimen-

mentum attolli ; & cur , si prope murum longiorem, vel seriem continuam arborum viam facimus , ea , quae ad dextram sita adparent , videantur versus sinistram accedere ; aut si utrinque sit murus vel arborum series ; cur semper longius a se videantur recedere, quo propius accedimus ; nempe linea horizontalis per oculum transiens semper manet in eodem situ : reliquae autem parallelae , seu supra seu infra, seu ad latera illius lineae sint , ad eandem accedere videntur. 3. Saepe videntur nubes altae magno numero in fascias circulares , modicae latitudinis , & versus idem horizontis punctum convergere ; quia a vento horizontali directione spirante impulsae fasciarum longarum, & horizonti parallelarum formam induunt ; hinc versus horizontem convergentes, & ob magnam distantiam velut in superficie sphaerae caelestis sitae, & circulares adparent.

§. CI.

Corollarium III. *Figura obiecti adparens pendet a situ punctorum , quae radios ad oculum emittere possunt.* Sic enim angulus opticus omnium figurae dimensionum determinatur. Hinc perspicuum est : 1. Linea, cuius directio per oculum transit, adparet, ut punctum: superficies, quae producta etiam per oculum transiret, ut linea : & solidum , cuius unicum tantum planum oculo obiicitur , ut superficies. 2. Si oculus constituitur in axe polygoni regularis perpendiculariter per eius centrum transeunte , polygonum adparet regulare : sed si ponatur extra hunc axem , videbitur irregulare ; quia tum latera aequalia polygoni inaequaliter ab oculo distant , ideoque adparent inaequalia , nec eodem modo collocata. Hinc circulus oblique visus ellipsin refert. Animadverte : in distantiis minoribus & circiter cognitis figura adparens & aestimata a reliquis etiam caussis supra enumeratis pendet. 3. Si oculus sit in eodem plano cum linea admodum longa, & ad magnam distantiam descripta , ea sive regularis sit, sive irregularis , adparet ut arcus circuli, cuius centrum oculus occupat. Quia differentiae distantiarum diversorum punctorum ab

N ocu-

oculo non distinguuntur : hinc omnes eæ distantiæ æstimantur æquales , atque eo ipso oculus putat se in centro illius peripheriæ existere. Id nobis contingit in magna planitie utut inæqualiter terminata versantibus , ubi , licet continuo progrediamur , nullum nos fecisse spatium putamus , eoquod in centro adhuc consistere nobis videamur. Ob eandem rationem cœlum nobis adparet instar sphæræ cavæ , & globi cælestes e. g. sol instar superficierum circularium : polyedrum ad mediocrem distantiam instar globi , ad maiorem autem instar plani circularis.

§. CII.

II. *Magnitudo adparens æstimata obiectorum pendet a distantia adparente.* Finge enim , duo obiecta eundem in oculo angulum opticum subtendere. Si unum bis, vel ter magis distare, quam alterum videatur, simul duplo , aut triplo maius altero æstimabitur , uti quotidiana experientia docemur. Proin magnitudo tota adparens æstimata cæteris paribus erit in ratione composita anguli optici , & distantiæ adparentis , non veræ; neque enim hanc , sed illam per visum mens percipit.

Errorem veterum Opticorum , qui magnitudinem adparentem ac æstimatam obiectorum a solo angulo optico deducebant , correxit Mallebranchius cum aliis. Videatur elegantissima dissertatio Bouguerii in Hist. Acad. Paris. ad Ann. 1755. *ubi scitu dignissima adnotat ad solvendum celebre Opticorum problema : geminam corporum seriem in dato plano ita collocare , ut oculo positione dato videantur in lineis parallelis disposita. Si oculus supra planum ita elevaretur , ut omnes distantiæ adparerent æquales , corpora illa in arcubus hyperbolicis ponenda essent , ut series ubique parallela videretur , quemadmodum veteres Optici invenerunt. At enim & ipsæ distantiæ adparentis , & elevatio plani optici supra horizontem , a cuius situ distantiæ adparentes pendent , plerumque in computum venire debent. De elevatione plani optici supra horizontem ita differit Bouguerus. Sit F. V. T. II. A F horizon; oculus ab eo sit elevatus distantia A B. Videbitur per Cor. II. §. præc. totum planum horizontale elevari e. g. in A P;*

A P ; *& obiecta sita in horizontis punctis C , M , F adparebunt in c , m , f. Etsi vero Bouguerus lineam elevationis A P calculo observationibus nixo hyperbolicam repererit ; fatetur tamen , eam pro recta omnino haberi citra errorem posse ob exiguam eius curvaturam. Invenit autem angulum elevationis huius plani optici A P supra horizontem seu angulum P A F nunc* 4° , *aut* 5° : *nunc* 2° *vel* $2^{\circ}\frac{1}{2}$; *aitque , eum non parum pendere ab intensitate luminis , quo obiecta in horizonte posita illustrata sunt. Si planum reale A F, cui obiecta insistunt , non fuerit horizontale , sed supra horizontem inclinatum , planum adparens A P supra verùm multo magis elevabitur , ut illius ad hoc inclinatio esse queat* 25°, *aut* 30°. *Certe quamprimum montes ad horizontem sub angulo* 35° *aut* 37° *inclinantur , iam inaccessibiles sunt , ut nisi quis per scopulos ceu gradus , aut arbustis , ramisque nixus ascendat , ulterius eluctari non possit. Narrat praedictus Auctor , se ascendentium per eiusmodi montes hominum oculos saepe observasse , eosque interrogasse , quot graduum aestimarent viae altitudinem : ipsos viam 60 aut 70 gradibus ad horizontem inclinari respondisse , etsi* 36° , *aut* 37° *maior non fuerit. Contra si planum reale infra horizontem est depressum, elevatio plani adparentis successive tota evanescit : postea in partem oppositam recedit , ita ut planum adparens infra reale saepe* 25° , *aut* 30° *depressum aestimetur.*

§. CIII.

III. *Magnitudo adparens aestimata saepe ab obscuritate pendet , & confusione , qua obiecta adspectui nostro sunt exposita.* Scimus enim ab experientia , obiecta , quo remotiora sunt , eo obscuriora ob interceptam ab aere lucem adparere. Hinc cum remota semper obscura, & confusa videre soleamus , ea quoque iudicamus remota , quae illorum more obscura adparent : quae vero remotiora esse credimus , eo ipso maiora existimamus , quam praecise angulus opticus exhibet per §. praec. Itaque magnitudo adparens etiam aestimatur ex obscuritate , qua obiectorum imago repraesentatur.

Hinc pictores, dum colores clariores obscurioribus rite temperant, illud efficiunt, ut depicta corpora extra tabulam emineant, & solidi speciem referant. Pariter obiecta remotiora, ut sub debita tamen magnitudine adpareant, obscuriore colore exprimunt. Inde etiam intelligitur, cur noctu ignis lucidior adpareat propinquior, quam vere sit; alia vero obiecta, ceu vicinæ domus noctu iter facientibus remotiora videntur, quam sint reipsa. Porro obscuritas & confusio tum potissimum in æstimationem magnitudinis adparentis influit, quando simul conveniunt, ut in dioptrica distinctius explicabitur. Ubique autem hanc caussam obtinere, adfirmari haud potest; per concava perspicilla obiecta simul clariora & distinctiora, simulque exiliora, quam oculo libero, adparent. Verum de clara distinctaque visione inferius.

§. CIV.

IV. *Magnitudo adparens æstimata pendet non raro a numero diversorum obiectorum, quæ inter oculum, & obiectum visum interiacere simul conspiciuntur.* Magnitudo enim spatii interiacentis, & magnus obiectorum præsertim diversorum numerus speciem magnæ distantiæ exhibent. Dum vero per errorem maiorem iusto distantiam obiecto tribuimus, eo ipso obiectum maius existimamus, quam præcise angulus opticus exhibet. (§. CII.)

Hæc caussa est 1. *cur siquis in planitie constitutus inter oculum & obiecta alia interiectam vallem cernere nequeat, ea sibi longe viciniora arbitretur; item cur horizon usque ad cæli superficiem procurrere videatur; eo quod nimirum nullum corpus intermedium conspiciatur. Quapropter si interpositum obstaculum rerum interjacentium conspectum nobis eripit, aut si obiectum per solum canalem telescopii vitris destituti vel per exiguum foramellum in charta opaca factum spectetur, longe alia eius magnitudo, & distantia adparet, quam libero oculo.* 2. *Inde fortassis ratio peti potest singularis casus a Smithio relati Opt. L. I. n.* 160. *Observatum alicubi fuit, geminas arborum parallelas series in quodam rure oculo ad certam distantiam posito divergentes adparere. Inter oculum, &*

ini-

initium arborum parallelarum interpositum erat spatium longitudinis semimilliaris, a quo, utpote interiectis obiectis vacuo, adparens distantia inter oculum, & initium seriei arborum magnopere imminui debuit. Contra quia distantia inter primas & ultimas arbores seriei parallelæ tantopere non minuebatur; eo ipso intervallum inter ultimas arbores respective auctum est, atque ita series divergens adparuit. 3. *Ex his intelligi potest, cur cœlum instar fornicis aliquantum depressi superne subsidere videatur; adeo, ut diameter horizontalis ad verticalem Smithio Londini visus sit in ratione* 10 *ad* 3. *aliis Romæ in ratione* 10 : $5\frac{1}{4}$. *Nempe si oculos supra horizontem attollimus, pauciora nobis occurrunt obiecta, & propter obliquitatem etiam languidius oculos percellunt. Adparens igitur distantia minuitur; cumque idem gradatim contingat in maioribus elevationibus, adparentis distantiæ imminutio, & fornicis ad verticem compressio eo maior fit, quo magis visum ab horizonte removemus. Sunt, qui hanc cœli compressionem adparentem maiori obscuritati tribuunt, qua cœlum ob vapores prope horizontem inficitur, cum circa verticem vividius sit solis, lunæ, ac stellarum lumen. Sed huic explicationi repugnare videtur observatio, qua eandem adparere cœli compressionem novimus, quando fulgente luna planum horizontale fascia quadam albicante, & lucidiore ad aliquot gradus cingitur, magisque illuminatur, quam reliquæ cœli partes.* 4. *Ex hac demum cœli versus medium depressione fit, ut sol, & luna in ortu multo maiores etiam præscindendo a refractione nudo oculo adpareant, eaque ratione decrescant, qua altius supra horizontem ascendunt, ita, ut secundum æstimationem Smithii diameter horizontalis lunæ se habeat ad diametrum in altitudine* 65°, *ut* 8 *ad* 3. *Cum enim ob cœli compressionem distantiæ adparentes continuo minuantur, eo magis etiam imminui debet magnitudo adparens æstimata, quo luna vertici propior est.* (§. *CII.*)

§. CV.

V. *Magnitudo adparens æstimata obiectorum etiam pendet ab ipsa structura oculi.* Convenit inter Physicos obiecta remota, & proxima distincte videri non posse,

nisi variatio quædam contingat in dispositione partium, quæ oculi fabricam constituunt. Illud proin a natura provide cautum est, ut per fibras quasdam musculares varietur in oculo dispositio partium, prout ad obiectum remotum aut propinquum distincte percipiendum opus est. Dicemus autem in Dioptrica, recurri in hac re debere ad mutationem convexitatis in cornea & in lente chrystallina, aut potius ad mutationem totius complexi ex capsula lentis, & incluso humore aqueo lentem ambiente. Ex mutata dein convexitate corneæ & lentis chrystallinæ, necesse est, ob aliam radiorum refractionem angulum opticum, ipsamque magnitudinem adparentem mutari.

Mens avida intuendi obiectum maxima, qua fieri potest, distinctione, ipsa nunc musculos movet, eoque situ continet, in quo obiectum maxime distinctum cernitur. Et quamvis initio difficultatem quandam sentiat; tamen usu edocta id facillime dein efficit. Nonne in incessu quoque, ascensu, descensu & præsertim cum lapsus periculum imminet, summa facilitate movemus membra, ut linea directionis centri gravitatis intra basin conservetur? Mutata igitur oculi dispositione ipsam imaginem adparentem mutari necesse est; id quod in objectis vicinioribus fere locum habet.

§. CVI.

VI. *Demum magnitudo adparens æstimata pendet ab ipsa consuetudine iudicandi, & ab experientia, quam de vera obiecti magnitudine, ac distantia habemus.* Nempe quamdiu obiecta certo intervallo continentur, intra quod distantiæ nobis fere cognitæ ac familiares sunt, semper æqualia nobis censentur, etsi ob maiorem, minoremve distantiam sub diversis angulis opticis adpareant. Enimvero videat quis pigmæum sub maiore angulo, quam gigantem; non tamen hic illo minor æstimabitur. Refragatur nobis non advertentibus iudicium ex ideis experientia acquisitis natum, quod eiusmodi sensationes nunquam non comitari solet. Quin insitus veritatis amor, ac deceptionis odium, quæ in rudioribus etiam plurimum valent, conatum ad veram magni-

gnitudinem adſequendam in nobis excitant. Hinc adſueſcimus augere obiecta remotiora, aut oblique poſita; quamquam in hoc augmento non raro exceſſu, vel defectu peccemus. Atque idcirco ultima hæc magnitudinis adparentis æſtimatæ cauſſa illud incommodi habet, quod nullis certis legibus conſtringi queat, pendet enim a conſuetudine, quæ varia eſt pro hominum, & obiectorum diverſitate.

Certum eſt, magnitudinem adparentem æſtimatam non imminui tantundem, quantum in receſſu ab obiecto viſo eius angulus opticus minuitur. Eſt & alia obſervatio animadverſione digna, quæ dictis plurimum lucis addit. Homo in eadem, in qua nos ſumus, planitie conſtitutus & 120 pedibus a nobis diſtans non ad tantam exilitatem reducitur, quantam præ ſe fert, ſi in turri 120 pedibus alta a nobis conſpicitur. Quia nempe præter conſuetudinem ad tantam altitudinem oculos attollimus, nec eiusmodi diſtantiam ab experientia ſatis notam habemus, hinc iſto caſu magnitudinem potius ex angulo optico metimur. Memorabile eſt, quod D. Cheſſelden celeber Anatomicus Anglus de puero 13 annorum a prima infantia cataracta laborante, qua eum liberavit, in Tranſact. Phil. n. 402 ann. 1728 refert. Puer oculorum uſum adeptus omnia ſibi contigua eſſe, nec ullum inter ſe, & cubiculi parietes interiacere intervallum putabat: cuncta adparebant ſupra modum grandia; nec capiebat, totam domum cubiculo ſuo eſſe maiorem. De figura corporum, & mole nil certi poterat ſtatuere, antequam nimirum aptiſſimum oculorum uſum ipſa experientia & conſuetudine diſcere, & ideas per viſum acquiſitas cum ideis ope aliorum ſenſuum obtentis combinare potuerit. Adeo certum eſt, magnitudinem obiectorum ex familiari etiam uſu a nobis æſtimari; quo rerum viſarum magnitudines inter ſe, & cum diſtantiis experientia cognitis comparare ſolemus.

§. CVII.

Propoſitio V. *Obiecta moveri dignoſcimus ex motu imaginis eorum in fundo oculi depictæ: nec tamen hoc ſolo indicio diſcerni poteſt, motusne obiecti ſit verus & ab-*

solutus, an adparens tantum, ac respectivus. Cum enim imago obiecti eundem in oculo motum obtineat, seu ipsum moveatur vere, seu ipso immoto oculus pari celeritate in adversas partes moveatur; facile intelligitur, ex solo imaginis motu discerni haud posse, utrius sit verus motus oculi, an obiecti, sed solum quod alterutrum absolute moveatur. Unde fit, ut si oculus una cum obiecto eadem celeritate & directione parallela feratur, neutrius motus distingui possit (nisi ad alia obiecta non simul mota attendatur) quia nempe obiecti imago tunc in oculo immobilis ad easdem organi partes hæret. Qui navi vehitur, facile in eodem se loco manere opinatur; & quia proprium motum non advertit, obiecta vicina in partem oppositam moveri putat. Hæc fallacia oculorum eo maior est, quo navis est maior, quia tum plures navis partes cum variis inter se distantiis, eundem relate ad nos situm tenere, ac quiescere videmus. Hoc modo in dies ludimur, quando solem, omniaque sidera circa terram immotam vehi credimus. Similiter cum nubes magna celeritate feruntur, luna velocissime moveri in plagam oppositam videtur immotis (uti adparet) nubibus, quia eadem celeritate, & directione progrediuntur, nec ob similem colorem discerni possunt.

Si datur positione locus putatitius oculi S (F. VI. T. II.) in quo se putat quiescere, & quotcunque puncta A, B, C, orbitæ veræ, quam obiectum mobile reipsa describit, cum punctis m, n, r, in quibus reipsa oculus iisdem temporibus existit, determinari potest via optica obiecti, seu in qua ab oculo se quiescere putante, moveri videtur. Ductis enim rectis A m, B n, C r agantur per S æquales & parallelæ S a, S b, S c singulæ singulis: erunt puncta a, b, c via optica. Cum enim recta S a sit æqualis & parallela rectæ A m, punctum a respectu puncti S eundem situm, eandemque habet distantiam, quam habet A relate ad m. Igitur oculus existimans se esse in S, obiectum a se in a conspici opinabitur. Similiter de reliquis punctis differendum est. Quodsi vero obiectum sit immobile in A (F. VII.) facta eadem fere constructione reperietur orbita optica obiecti M N R quæ linea æqualis est orbitæ veræ oculi m n r, & in plano parallelo *si-*

sita, eo ipso, quia omnia puncta utriusque viæ per lineas æquales, similiter positas & parallelas determinantur. Hinc si oculus movetur in circulo, vel ellipsi; suumque motum non advertat, obiecto alteri immoto tribuet motum circularem vel ellipticum. Hæc quidem magno usui sunt in Astronomia. Porro de visione obiectorum, quæ moventur, animadverte primo: obiectum quavis celeritate motum si describat singulis secundis spatium, quod in oculo angulum non maiorem 15 *aut* 20 *min. secundis subtendit, immotum videtur. Sic astra nudo oculo nullum videntur motum sensibilem habere; etsi plura intra min. secundum conficiant spatium angulum* 15'' *subtendens. In horologiis in licis horarii motus plerumque ob eandem rationem insensibilis est. Secundo. Si corpus tempore unius secundi non describat plus, quam* $\frac{1}{1200}$ *suæ distantiæ ab oculo, pariter immotum adparet; nam tum illud spatium non subtendit angulum maiorem* 17''. 12'''. *Tertio si obiectum propinquum movetur celeritate summa, uti glans tormento excussa, videri nequit. Nullibi enim tamdiu moratur, ut visus illic figi possit. Quarto si carbo vivus admodum celeriter in gyrum agitur, igneam tæniam formæ circuli exhibet. Nam impressio lucis motum quendam tremulum in fibrillis oculi exhibet aliquamdiu perdurantem cum ipsa perceptione lucis. Quinto. Si candelabrum pensile accensis candelis suspensum e fune longiore & contorto ac postea sibi permisso circa axem rotetur, contingit quandoque, ut uni e spectatoribus videatur in hanc, alteri in alteram partem moveri quamvis uterque ex eodem illud loco intueatur. Nempe in certis distantiis discerni nequit, quænam candela in diametro per oculum transeunte sit remotior, quæ vicinior oculo. Hinc dum alius hanc, alius aliam sibi viciniorem putat, necessario uni candela sua versus sinistram, alteri sua versus dextram moveri videbitur.*



CAPUT VII.

De Principiis Dioptrices.

Cum una ex parte ingens sit particularum lucis subtilitas, adeo, ut plures ex eodem obiecti puncto radii in oculum venire debeant ad sensibilem impressionem faciendam; ex altera autem parte radii ab eodem puncto digressi continuo divergant, rarioresque ex guam pupillæ aperturam ingrediantur; idcirco varia excogitata sunt subsidia, quibus iidem radii in arctius spatium denuo coniungi, & densiores, magisque sensibiles effici queant. Qua ratione per refractionem id præstetur, nunc explicandum est; ac primo exponendum, quomodo focus in variis vitris, ac lentibus inveniatur: quid deinde ad claram distinctamque visionem sit necessarium: qui denique usus sit telescopiorum, & microscopiorum, quæque ad corrigendas eorum imperfectiones spectent.

§. CVIII.

Lex generalis Dioptricæ constanti observatione & experientia cognita est hæc: *radii, qui ex medio rariore in densius transeunt, ac oblique in eius superficiem incidunt, refringuntur ad perpendiculum: contra radii, qui ex medio densiore in rarius exeunt, a perpendiculo. Atque hæc radiorum sub quocunque angulo incidentium refractio constanti lege peragitur, vi cuius sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refracti constantem rationem tenet.* Dum radius ex aere in vitrum vulgare transit, ea ratio est, ut 3 : 2 vel exactius ut 31 : 20. ex aere in aquam pluviam, ut 4 : 3; ex vitro in aquam, ut 9 : 8. Porro ex refractione fit, ut radii, dum per superficiem quandam sphæricam transeunt, inde vel exeant paralleli, vel in aliquod punctum convergant, quod *focus* adpellari solet, vel ut a superficie ita dispergantur, ut retro producti in punctum aliquod coeant; quod quidem vocatur *punctum dispersus*, vel *focus virtualis* aut *imaginarius*. obiectum lucidum O (F.VIII.) emittat in lentem utrinque convexam A I B T oblique radium O I. Ducatur ex centro K superficiei A I semidiameter K I, & producto indefinite radio incidente O I in G, demittatur ex K perpendiculum K G, fiatque: sinus anguli incidentiæ ex aere in vitrum est ad

si-

finum anguli refracti, ut KG : KH. Radio KH defcripto arculo, ducatur per I tangens ad arculum; eritque perpendiculum KH ut finus anguli refracti KIH: ipfe vero radius refractus IHP cum axe concurreret in P. At vero radius a prima fuperficie AI ita refractus, oblique incidit in fuperficiem alteram BT directione IP. Producatur hic radius indefinite in D, & ex centro C fuperficiei BT demittatur perpendiculum CD; fiatque rurfus: ut eft finus anguli incidentiæ ex vitro in aerem, ad finum anguli refracti; ita CD ad CE. Ducatur per E & T recta ETF; erit hæc via radii fecundo refracti, eiusque cum axe concurfus, feu focus punctum F.

Paullo aliter fe res habet, fi radius incidit in fuperficiem concavam, F. IX. a puncto lucido O emittatur oblique radius OI; ducto ex centro K femidiametro KI demittatur perpendiculum KG, fiatque: finus anguli incidentiæ eft ad finum anguli refracti, ut KG : KH. Radius PHIS erit primo refractus, & in P focus virtualis; & fic porro conftructio continuari poteft. Unde totum difcrimen in eo confiftit, quod hoc cafu radius in parte oppofita iaceat, adeo, ut in formulis, quas pro cafu priore adferemus, non nifi fignum radii fitum exprimentis mutandum fit, ut folutio pro fuperficiebus concavis obtineatur.

§. CIX.

Problema. *Sit obiectum lucidum O (F. VIII.) in femidiametro KA producto; & radius OI incidat quam proxime ad rectam OA in fuperficiem fphæricam utrinque convexam, cuius fuperficiei femidiametri fint datæ: fit præterea cognita ratio finus anguli incidentiæ, & refracti; oportet invenire focum, feu concurfum radii poft binam refractionem cum axe OB in F.*

I. Ducantur ad axem normales IN, TM; & ponatur femidiameter AK = a. Diftantia OA = d. KG = p; KH = q. Quoniam radius maxime vicinus axi ponitur, haberi poteft OA = ON = OI, & AP = PI; quod intervallum modo inveniendum ponatur = y; erit PH = PK = AP — AK = y — a. & OK = OA

+

$+AK = d + a$. Ex similitudine triangulorum OKG, ONI fiat $OK : KG = OI : IN = \frac{OI . KG}{OK}$. Et ex similitudine triangulorum PKH, PNI fiat: $PK : KH = PI : IN = \frac{PI . KH}{PK}$. Erit itaque $\frac{OI . KG}{OK} = \frac{PI . KH}{PK}$, & substitutis literis $\frac{dp}{a+d} = \frac{qy}{y-a}$; Hinc erit $dpy - adp = aqy + dqy$; & $dpy - aqy - dqy = adp$. Demum $y = \frac{adp}{dp - aq - dq}$.

II. Similiter ponatur semidiameter $CB = b = CT$; crassities $AB = e$, & $CD = q$; $CE = p$; erit $PT = PB = y - e$; & $PC = PB + CB = y - e + b$. Demum sit $BF = TF = x$. Ex similitudine triangulorum PCD, PMT erit $PC : CD = PT : MT = \frac{PT . CD}{PC}$. Et ex similitudine triangulorum FCE, FMT erit $FC : CE = FT : MT = \frac{FT . CE}{FC}$. Itaque $\frac{PT . CD}{PC} = \frac{FT . CE}{FC}$, seu $\frac{\overline{y-e} \times q}{y-e+b} = \frac{px}{b+x}$ sive $bqy - beq + qxy - eqx = pxy - epx + bpx$; & $bqx - beq = pxy - epx + bpx - qxy + eqx$. Demum $x = \frac{bq(y-e)}{py - ep + bp - qy + eq}$.

Si ponitur $e = o$. & $b = a$; erit $y = \frac{bdp}{d(p-q) - bq}$ & $x = \frac{bqy}{bp + (p-q)y}$; inde substituto in hac æqua-

tio-

tione valore y, factaque reductione invenitur $x = \frac{bdq}{2d(p-q)-bq}$ five quia b = a ex hyp. $x = \frac{adq}{2d(p-q)-aq}$.

Dum lumen ex aere in vitrum transit, habetur $p : q = 31 : 20$; *eritque tum* $y = \frac{31\,ad}{11\,d-20\,a}$; *aut si ratione minus adcurata utamur ponendo* $p=3$; $q=2$; *fiet* $y = \frac{3\,ad}{d-2\,a}$ & $x = \frac{6abd-2bde+4abe}{3ad-ed+3bd-2ae-6ab}$; & *quoniam crassities vitri plerumque negligi potest, posito* $e=0$, *fiet* $x = \frac{2abd}{d(a+b)-2ab}$. *Ex his iam demonstrabimus refractionum leges, quas alii duntaxat recensere solent.*

§. CX.

Corollarium I. In vitris planis, quorum superficies parallelæ sunt, radius uterque a & b infinite ab iis superficiebus distabit, eritque a & b = ∞; & $x = \frac{2\,\infty^2 d}{2\,\infty d - 2\,\infty^2} = -d$. Hinc *primo* si *divergentes* incidant, ut solutio problematis supponit, transibunt irrefracti, ac proin divergentes; habebunt enim focum virtualem — d, id est, in ipso puncto lucido. *Secundo.* Si incidant *convergentes*, distantia d capienda est cum signo negativo, quia contra hypothesin iacet trans lentem; consequenter erit x = d; sicque rursus irrefracti transeunt, & concurrunt cum axe eo in puncto, in quo sine refractione concurrissent. Vnde colligitur, quodsi in verticem A lentis etiam concavæ aut convexæ aut plano-convexæ incidat aliquis radius oblique V A (F.IX.) haberi possit pro eiusmodi, qui sine refra-

fractione transeat, eoquod tangentes & lamellæ vitreæ, in ingressu & egressu sunt parallelæ. *Tertio* Si radii in vitrum utrinque planum incidant *paralleli*, erit $d = \infty$; hinc etiam $x = \infty$, seu exibunt paralleli.

§. CXI.

Corollarium II. *In vitris utraque ex parte concavis* radius uterque signo negativo est adficiendus, eritque tum $x = - \frac{2abd}{d(a+b)+2ab}$. Hinc *primo* radii divergentes, quos formula supponit, reproducti habebunt focum virtualem $= x$; & si obiectum lucidum fuerit in centro radii a incidentis, sitque $b = a$, & $d = a$; fiet $x = -a$, seu radii ex ipso centro, ubi obiectum lucidum est, irrefracti transibunt. *Secundo.* In radiis *convergentibus* d signo negativo adfici debet, estque $x = \frac{2abd}{-d(a+b)+2ab}$. Hinc si radii ad centrum lentis concavæ convergant, adeo, ut sit $d = a = b$; erit $x = \infty$, seu radii exibunt paralleli. Quodsi vero radii ultra centrum lentis convergant, adeo, ut sit $d > a$; erit, posito $a = b$, $x = \frac{ad}{-d+a}$. Quantitas negativa, seu dabitur focus virtualis, & radii transibunt divergentes: contra si radii citra centrum lentis convergant, erit $d < a$, & x quantitas positiva, id est, radii transibunt convergentes. *Tertio* Si radii, *paralleli* incidant, sitque $d = \infty$, & $a = b$, fiet $x = -a$ seu radii ex lente progrediuntur, ac si via recta ex illius centro exissent.

§. CXII.

Corollarium III. *In vitris utrinque convexis* habetur, ut dictum est, $x = \frac{2abd}{d(a+b) - 2ab}$. Hinc *primo* radii *divergentes* ab obiecto, si sit in distantia radii $a = b$, sive

five in centro superficiei, exibunt paralleli. Fit enim $x = \infty$; si vero obiectum lucidum sit in minore distantia, quam quæ semidiametrum æquat, sitque $d < a$; erit posito $a = b$, $x = \frac{ad}{d - a}$ quantitas negativa; proinde radii exibunt divergentes: si autem sit $d > a$, fiet x quantitas positiva, & radii prodibunt convergentes, & tum dabitur focus verus, sed longior, quam in radiis parallelis; erit enim $\frac{ad}{d - a} > a$, seu $d > d - a$.

Secundo. Radii *convergentes*, posito $-d$, loco d, convenient in distantia $x = \frac{-2abd}{-d(a+b) - 2ab} = \frac{2abd}{d(a+b) + 2ab}$; proin citius concurrent. Et si fuerint convergentes ad centrum convexitatis, utpote superficiei perpendiculares, sine refractione transibunt. *Tertio.* Radii paralleli habebunt focum in ipso centro; nam posito $d = \infty$, fiet $x = a$.

In lentibus plano convexis, si crassities vitri negligatur, perinde quidem erit, quænam superficies obiecto obvertatur, ut ex allatis formulis facile eruitur. At vero si computetur etiam vitri crassities, etsi ponatur $d = \infty$, *reperietur in casu, quo superficies plana obiecto obvertitur,* $x = 2b$. *Si vero superficies convexa obiectum respiciat, reperietur* $x = 2a - \frac{2e}{3}$, *& si sit* $a = b$, *fiet focorum discrimen* $= \frac{2e}{3}$. *Quod observandum est in telescopiis, ne dum forte eiusmodi lens ad abstergendas maculas e tubo eximitur, contrario situ reponatur; nam* $\frac{2}{3}$ *partibus vitri crassitiei focus mutari potest. Cæterum distantia obiecti prope infinita censeri potest, si fuerit millies maior semidiametro a seu b in vitris utrinque æque convexis. Sit enim* $a = b = 10$ *digit. &* $d = 10000$ *dig.*

repe-

reperietur $x = \frac{a\,d}{d - b} = 10.\ 01.$ *Posito vero* $d = \infty$, *fiet* $x = a$, *adeo ut differentia unam centesimam non superet. Focus, quo radiorum parallele incidentium concursus vulgo intelligitur, in lentibus convexis practice invenitur, si in camera obscura foramini ad fenestras relicto adplicetur vitrum, & radii obiectorum remotiorum, per vitrum transeuntes excipiantur charta eousque remota, donec imago obiecti minima, maximeque distincta repraesentetur. Distantia inter chartam & vitrum erit ipsa foci distantia. Si autem vitrum est concavum, tegatur charta nigra foraminibus pluribus in circuli peripheria excisis; radii solis per ea transmissi, atque post refractionem tabula excepti divergent, totidemque albas maculas depingent, quae in circuli eo maioris peripheria sitae erunt, quo longius tabula removetur: dum ergo diameter huius circuli dupla erit illius., in quo foramina chartae sunt incisa, tabulae a vitri puncto medio distantia aequabitur longitudini foci quaesitae. Quia nempe radii omnes e foco virtuali via recta divergere usque ad chartam concipiuntur; hinc si peripheria circuli in charta dupla est verae, vitrum erit in medio foci virtualis, & chartae: ac proin distantia vitri a charta aequabit distantiam foci virtualis a vitro.*

§. CXIII.

Obſervatio. Ut intelligatur, unde clara, & diſtincta viſio obiectorum pendeat, obſerva, quid radiis luminis in cameram obſcuram per lentem convexam immiſſis eveniat: nempe poſt tranſitum per lentem ita in focum uniuntur, ibique obiecti lucidi imaginem depingunt, ut ſive cis ſive ultra focum in tabula quapiam excipiantur, obiecti quidem imaginem exhibeant, ſed tanto maiorem, minusque vivacem, ac diſtinctam, quo maior tabulæ a foco diſtantia fuerit. Hæc radiorum extra focum divergentia, & conſequens inde imaginis extenſio facit, ut duorum obiectorum vicinorum imagines extra focum confundantur, & ſi diverſi coloris ſint, ſub colore ex utroque compoſito adpareant. Porro in oculo noſtro vices foraminis pupilla, & officium len-

tis

tis convexæ agunt humores aqueus & chryſtallinus ; demum tabulæ loco , quæ radios excipit , eſt retina. Itaque viſio *diſtincta* non tantum requirit angulum ſenſibilem , ſub quo partes diſtinguendæ videntur, ſed etiam convenientem radiorum a quavis parte ſenſibili obiecti venientium collectionem in oculo, adeo, ut viſio diſtincta ſit, quando apices conorum luminoſorum, qui e ſingulis obiecti punctis egrediuntur , in ipſa retina iterum efformantur. At viſio *confuſa* erit, dum lux ad retinam pervenit vel ante vel poſt radiorum in focos concurſum. Demum *claritas viſionis* pendet a numero radiorum , quibus pars quælibet in oculo depingitur, & cæteris paribus ab apertura pupillæ aut lentis definitur. Sicut autem in camera obſcura , ſi obiectum a lente convexa nunc recederet , nunc ad eam accederet , diverſa eſſet foci a lente diſtantia cum focus per problema ſuperius a diſtantia obiecti pendeat ; ita quoque ſi oculus immutatus manet , non niſi in unica obiecti ab oculo diſtantia focus in retina efformaretur , ac viſio diſtincta fieret : in aliis obiectorum diſtantiis radii ante aut poſt retinam in focos concurrerent , & ſemper viſio confuſa daretur. Robinſonius quidem in Append. ad Phyſicam Helshamii inito calculo oſtendit , obiecti ab oculo diſtantiam debere eſſe $5\frac{3}{4}$ dig. ut viſio diſtincta oculo non immutato detur. At vero experientia conſtans demonſtrat , poſſe a nobis obiecta intra certum intervallum diſtincte conſpici , etſi nunc magis , nunc minus remota ſint, ſive etſi radii modo magis , modo minus divergant , aut prope paralleli ſint. Quapropter *ad habendam in his caſibus omnibus diſtinctam viſionem, neceſſe eſt, ut diverſa in oculo mutatio fiat , qua radii non eodem modo oculum ſubeuntes , in retina tamen ceu in foco coniungantur.* Is ergo optimo gaudebit viſu , qui oculum pro quacunque obiecti diſtantia & radiorum incidentia tam expedite componere valet, ut eius imago quovis caſu in retina depingatur. Tam perfecti quidem oculi vix reperiuntur : ii tamen pro valentibus vulgo cenſentur , qui obiecta tum vicina , tum etiam remotiora (intra certum intervallum) ſat diſtincte vident.

O Dubi-

Dubium est, in quonam hæc oculi eiusque structuræ mutatio consistat, nec certi quidpiam habetur compertum. Sunt, qui distantiam retinæ vel choroidis ope musculorum mutari dicunt: verum tantum vulgo datur distinctæ visionis intervallum, ut retina per $\frac{75}{100}$ *unius lineæ in mensura pollicis duodecimali moveri deberet; id quod Anatomicis vix possibile videtur. Alii putabant, humorem chrystallinum mobilem esse, & nunc versus fundum oculi posse adduci, nunc removeri. Verum nec id sufficere ostendit Jurinus, qui confugiendum putat ad immutationem convexitatis in cornea, & in humore chrystallino, qui cuidam membranæ ceu capsulæ inclusus, hac capsula ope ligaminum ciliarium adducta complanatur, ea vero rursus laxata magis convexus evadit. Hæc quidem omnia subsidia fortassis sufficiunt, ut distincta visio ad plures pedes extendatur. Vide dissertationem M. Petit in Act. Acad. reg. 1730. Quod ad angulum attinet, sub quo obiectum, ut sensibile sit adparere debet, constat experientia, ab oculo valente, & valde acuto, obiectum, licet ægre, adhuc percipi, si eius magnitudo non multo plus quam 5000es in sua distantia continetur. Occupat in hoc casu imago obiecti partem 0,008 unius pollicis in retina, quæ pars ceu punctum retinæ sensibile assumi potest ad formandam distinctam visionem.*

§. CXIV.

Corollarium. Intellectis iis, quæ ad distinctam visionem requiruntur, oculorum quoque vitia faciles explicatus habent. Si humor chrystallinus, aut anterior pars corneæ, quæ facilioris explicationis gratia instar lentis utrinque convexæ considerari possunt, aut nimium, aut minus quam opportet, convexa sit: oculi autem musculis aut fibris se pro quovis casu contrahendi, vel dilatandi facilitas desit, obiecta non nisi intra certos limites constituta distincte videri possunt. ac

I. *Si humor chrystallinus, vel anterior pars corneæ sit nimis convexa*, locus imaginum, quæ a radiis obiectorum valde remotorum parallelis depinguntur, est humori chrystallino admodum vicinus, adeo ut radii in fo-

focum ante concurrant, quam ad retinam perveniant. Nam cæteris paribus longitudo foci in radiis parallelis eſt ut radius convexitatis, uti colligi poteſt ex Cor. III. §. CXI. n. 3. Idcirco eiusmodi oculis obiecta tantum vicina, ex quibus radii divergentes oculum ſubeunt, diſtincta adparent. In hoc enim caſu diſtantia imaginis ſeu focus magis removetur a lente chryſtallina, quam in radiis parallelis; erunt enim longitudines focorum $\frac{ad}{d-a} : a = d : d - a$ (loc. cit. n. 1.) Qui hoc vitio laborant, dicuntur *Myopes*, & dum obiecta remota intuentur, lentes concavas pro perſpicillio adhibent; radii enim paralleli per eiusmodi lentes ingreſſi exeunt divergentes ceu ex centro lentis (Cor. II. §. CX. n. 3.) cæterum dum Myopes ad obtinendam radiorum divergentiam obiecta propius ſibi admovent, ob vicinitatem maiorem lucis copiam excipiunt, ſicque clariore perceptione gaudent.

II. *Si humor chryſtallinus, aut pars anterior corneæ tam exiguam habeant convexitatem*, ut obiectorum longe diſtantium imagines duntaxat colligantur in retina: radii autem divergentes ab obiectis vicinis emiſſi trans retinam in focum coire deberent, tunc obiecta vicina confuſe, remotiora diſtincte videntur. Hoc vitium eorum eſt, qui *Presbytæ* dicuntur, maxime ſenum, in quibus ætas humores exſiccat, convexitatem humoris chryſtallini minuit, efficitque, ut anterior pars corneæ paullum ſubſidat. Juvant hos lentes convexæ, per quas radii divergentes fiant convergentes aut paralleli (Cor. III. n. 1.) Inde datur ratio, cur urinatores ſub aquis demerſi obiecta confuſe tantum conſpiciant. Nam refractio radiorum ex aere in aquam incidentium tanta fere eſt, quæ fit in oculo noſtro. Itaque oculo intra aquam poſito refractio ſolita in humore aqueo nulla fit: reliqua autem eſt exigua; hinc radii non niſi poſt retinam colliguntur. Unde in piſcibus humor chryſtallinus eſt denſior, ut maiores pariat refractiones, & globoſus, ne maius inter ipſum, & oculi fundum ſpatium relinquatur.

III. Huc etiam pertinet oculorum vitium, quod *Strabismus* dicitur, dum nempe alteruter oculus a re, in quam obtutus defigendus est, detorquetur. Origo huius vitii repetitur a nimia oculorum inæqualitate; si enim in uno obiecti imago distincta, in altero confusa depingitur, ex naturali conatu distincte videndi contrahitur consuetudo oculum debiliorem ab obiecto detorquendi, ne imago distincta a confusa impediatur. Si oculorum inæqualitas ultra $\frac{3}{4}$ intervalli distinctæ visionis non excedat, constat, huic malo remedium adferri posse, claudendo nimirum sæpissime oculum valentem, solumque vitiosum adhibendo; sic enim debilior adsuescit, dirigere sese ad obiectum.

Nec Myopes nec Presbytæ ullum quoad distinctionem defectum sentirent, si pupilla non tam late pateret. Nam si aditus in oculum per unicum punctum foret, ut e singulis obiecti punctis unicus tantum radius admitteretur, radii singuli in singula & separata retinæ puncta inciderent, distinctamque imaginem efficerent. Hinc obiecta per parvum foramen visa multo distinctiora, licet minore claritate videntur; quia plurimis exclusis radiis confusio vicinorum conorum lucidorum, si eorum apices in retina non terminantur, impeditur. Ob paucitatem autem radiorum eo ipso visio erit minus clara. Indidem intelligitur, cur presbytæ minuto charactere scripta legere non possint, nisi vehementi lumini exponantur. Nempe per copiosum lumen pupilla contrahitur, eoque ipso visio ceu per exiguum foramen fit distinctior. Deinceps ad telescopia & microscopia progrediar ceu arma; & remedia oculorum, quorum ope radii quidem ita refringuntur, ut ex lente ultima oculari paralleli ingrediantur oculum. Hæc parallelorum radiorum directio myopibus nil servit, qui ad distinctam visionem radios divergentes requirunt; at nec pro presbytis, aut oculis bene valentibus parallela radiorum directio aptissima est. Nam, ut Caillius observat, etiam illi, qui nullo oculorum vitio laborant, putant se in luna plena quandam faciei humanæ figuram cernere. Oritur hoc quidem ex maculis lunæ magis, minusque lucidis. Accedit præiudicium, quod facies lunæ plenæ ita vulgo depingi solet. At si per telescopium luna conspi-

ci-

citur, quo nempe maculæ distinctius exhibentur, nullam cum humana facie similitudinem refert; itaque cum lunæ maculæ semper confusæ, magnæ, maleque terminatæ (licet per foramen conspiciantur, nullo tamen adhibito telescopio) adpareant, necesse est, lunæ distantiam esse maiorem, quam visio distincta oculi cæterum excellentis admittat. Et cum radii ad nos missi ad sensum sint maxime paralleli, sequitur, parallelismum radiorum, cum oculum subeunt nullo vitio laborantem non efficere visionem distinctam, sed ad hanc potius requiri, ut radii tantillum divergant. Verum id discrimen in telescopiis, ut Caillius fatetur, vix est perceptibile: magis autem advertendum in microscopiis e . Expedit nihilominus generatim tuborum lentes ita combinare, ut radii ex lente oculari paralleli egrediantur; cum enim radiorum directio ad visionem distinctam requisita haud multum a parallelismo discrepet, observator ipse perbrevi tentamine & motu lentis ocularis aptissimum illius situm determinare poterit. Quodsi radii paralleli oculum subirent, illd quoque commodum accederet, quod, in quocunque axis puncto oculus constitueretur, obiectum sub eodem angulo, proin eiusdem magnitudinis videretur. Sic F. XIII. anguli b o c, b a c &c. omnes sunt æqualer, eundemque angulum opticum in oculo formare debent.

§. CXV.

Telescopium primo inventum *Hollandicum*, seu *Galilæanum* dicitur; F. X. constat ex vitro oculari P Q una saltem ex parte concavo, quod intra vitrum obiectivum M N convexum, aut plano-convexum, ac eius focum o ita collocatur, ut axes utriusque in eandem rectam D o, & foci in idem punctum o coincidant. Unde patet 1. Radii a puncto O in axe producto posito, & admodum remoto emissi fere paralleli ingrediuntur lentem obiectivam M N, ceu radii O o, O o, & absente lente oculari unirentur in foco o (Cor. III. §. CXI. n. 3.) Quoniam ergo hi radii ad lentem P Q ita convergunt, ac si tenderent ad eius focum o, exibunt inde in oculum paralleli (Cor. II. §. CX. n. 2.) 2. Radius B D b qui transit per verticem lentis obiectivæ irrefractus (Cor. I. §. CIX.) cum re-

liquis radiis parallelis ab eodem puncto B emissis B b, B b absente lente oculari unirentur pariter in b. Cum ergo in lentem ocularem ita incidant, ac si imago foret in centro b o, radii exibunt paralleli, & quidem directione C F, ad radium principalem irrefractum b K parallela. 3. Itaque magnitudo adparens sine tubo erit ad magnitudinem adparentem per hoc telescopium, ut angulus O D B ad ang. C F o, seu ut ang. b D o: ang. b K o. Si iam angulis tangentes substituantur (§.XCIX.) & b o habeatur pro sinu toto, erunt o K, o D cotangentes angulorum b K o, b D o; tangentes autem sunt reciproce ut cotangentes: itaque erit o K: o D; ita tangens anguli b D o, ad tangentem ang. b K o seu fere ut ang. b D o ad ang. b K o, id est, ut magnitudo adparens sine telescopio ad magnitudinem adparentem visam per telescopium. Augetur ergo magnitudo adparens in ratione foci lentis ocularis ad focum lentis obiectivæ. 4. Obiectum per hoc telescopium videtur erectum. Nam partem inferiorem obiecti B oculus secundum impressionem P C factam refert directione C P, adeoque versus partem inferiorem, uti revera est (§. XCVII.) 5. Cum radiorum fascis P C divergit, idem oculus nequit ambas imagines C & o capere, nisi pupilla sit admodum ampla, & vicina puncto F, ipsique adeo lenti. Hinc campus horum tuborum, seu spatium uno obtutu comprehensum eo minus est, quo maior est focus seu radius lentis ocularis (proin & obiectivi (quia certam inter se proportionem, uti explicabimus, tenere debent) item quo lucidius est obiectum, quoniam pupilla nimis ingente lucis copia coarctari solet. Unde usus horum tuborum pro obiectis remotioribus pœne est abolitus, utpote quæ tubos longiores requirunt. Iidem adhibentur maxime pro vicinioribus, ut theatris; unde tubi *theatrales* vocantur.

§. CXVI.

Telescopium Astronomicum (F. XI.) componitur ex duabus lentibus convexis, aut plano-convexis, altera oculari P q, altera obiectiva M N ea lege dispositis, ut communis earum focus inter easdem sit in o. Hine

1.

1. Radii ex punctis O & B venientes, & lentem obiectivam paralleli ingressi colligentur in focos o & b, ibique satis distincte obiecti imaginem depingent (Cor.III. §. CXI.) cum vero in o sit centrum lentis ocularis P Q, radii ex illa imagine in lentem incidentes, ac per eam refracti exibunt paralleli. 2. Radii ab obiecto B, eiusque imagine b prodeuntes exibunt directione P C F ad radium principalem irrefractum b K paralleli. Hinc magnitudo adparens per telescopium erit ad magnitudinem adparentem oculo libero, ut angulus P F K seu b K o ad angulum b D o seu ut o D: o K, id est, magnitudo adparens augetur in ratione foci lentis ocularis ad focum lentis obiectivæ. 4. Obiectum per hoc telescopium videtur situ inverso; nam punctum obiecti inferius refertur directione radii F C P sursum, seu ad superiorem partem. 5. Amplitudo campi potissimum pendet a magnitudine spatii b o, quod totum ab oculo in F constituto videtur Illud vero sqatium b o eo maius est, quo amplius, maiorisque spatii lens obiectiva sit.

§. CXVII.

Telescopium terrestre ab astronomico non differt, nisi quod aliæ duæ lentes oculares addantur, ut inversa obiectorum imago situi naturali restituatur. F. XII. Sic autem lentes oculares P Q, R S, T V in uno axe collocantur, ut cuiusque focus utrinque congruat cum focis aliarum: unde & lentes & intervalla æqualia esse solent. Radii igitur paralleli primam lentem obiectivam M N ingressi, in eius foco depingent imaginem inversam b o; ex hoc foco in lentem P Q incidentes refringentur ita, ut inde exeant paralleli, & in F decussentur. Parallele igitur ingredientes lentem R S, ab ea in focum α β colligentur, ibique imaginem situ erecto formabunt; ex hoc demum foco radii per lentem ultimam transmissi exibunt in oculum paralleli: & punctum obiecti infimum B referetur directione f V, id est, versus partem infimam, ut revera est. Telescopium astronomicum saltem in usu astronomico, huic terrestri longe præfertur, tum quod in illo minus radiorum pereat, qui non nisi per duo vitra traiici debent, tum

quod tubus astronómicus maiorem admittat campum, lentemque ocularem foci minoris, ut proinde maioris augmenti capax sit.

Myopes, qui ad distinctam visionem radios divergentes requirunt, dum utuntur telescopio Hollandico, lentem ocularem propius admovere ad obiectivam debent. Idem in telescopio astronomico & terrestri observandum est. Nam dum lens ocularis obiectivae admovetur, eo ipso distantia lentis ab imagine b o minor fiet lentis radio; hincque radii egredientur divergentes.

§. CXVIII.

Microscopii usus est in spectandis rebus minutis. Simplex constat unica lente convexa (F. XIII.) ita adplicata, ut eius focus O cadat in obiectum O B; unde radii in oculum subibunt paralleli. Hinc *primo* obiectum videbitur distincte sub angulo B o O, qui illud eo magis augebit, quo obiectum vicinius est, quam sit intervallum distinctae visionis. Cum igitur distincta visio plerumque non fiat, nisi obiectum 8 dig. circiter ab oculo distet; ponatur haec distantia $= \omega o$; obiectum B O videbitur esse in 8ω; eritque magnitudo adparens ad veram, ut $8 \omega : BO = \omega o : Oo$; hinc si ponatur distantia foci $Oo = \frac{1}{4}$ dig. erit magnitudo adparens ad veram, ut $8 : \frac{1}{4} = 32 : 1$. *Secundo.* Si lentis loco substituatur sphaera vitrea, & quaeratur focus $Oo = x$ ex formula (§. CVIII. Schol.)

$$\frac{6abd - 2bde + 4abe}{3ad - ed + 3bd - 2ae - 6ab}$$ ponendo $a = b$; & $e = 2a$; $d = \infty$; fiet $x = \frac{1}{2} a$. Adeoque obiectum O B collocandum erit in distantia dimidii radii a sphaerula, eoque maius erit augmentum, quo minor est radius. Quapropter hoc casu erit distantia integra Oo obiecti a centro $\frac{1}{2} a + a = \frac{3a}{2}$. e g. Sit a $\frac{1}{6}$ dig. erit $Oo = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$; & magnitudo diametri adparens

ad

ad veram erit, seu $\omega o : O o = 8 : \frac{1}{4} = 32 : 1$. Superficies autem adparens ad veram erit $\omega o^2 : O o^2 = 1024 : 1$.

Microscopium compositum constat duabus lentibus convexis (F. XIV.) prima M N exigui est foci, ultra quem tantillo collocatur obiectum B O, ut eius imago b o tanto magis removeatur ab axe, sicque increscat. (§. CXI.) focus autem lentis ocularis P q congruit cum imagine o b, adeoque radii inde per lentem P Q refracti, paralleli subibunt oculum Quapropter obiectum O B eo magis augetur, quo magis eius imago b o removetur a lente obiectiva. Cum porro mutata obiecti O B distantia etiam locus imaginis variet, necesse est, obiectum aut tubulum pro commodiore usu mobilem esse.

§. CXIX.

Duplex in tubis dioptricis imperfectio deprehenditur; altera figuræ lentium, altera lucis in varios colores dispersioni tribuenda est. *Figura lentium*, quæ sphærica solet esse, etsi politissime elaboretur, non colligit incidentes radios in unum punctum; sed quo longius hi ab axe incidunt, eo citius cum axe concurrunt; & quidem tanto plura dantur id genus concursionum puncta, quo plures gradus comprehendit arcus radios excipiens; unde confusionem quandam in imagine fieri necesse est, quæ locum maxime habet in microscopiis, quorum lentes admodum curvæ esse solent. F. XV. Sit A G B lens plano-convexa. In F sit focus radiorum proxime ad axem incidentium: in I autem concursus radii q B refracti per B I; erit I F *aberratio*, ut dici solet, *in longitudinem*, quæ quidem haud ingenti opera ostenditur esse in ratione directa duplicata aperturæ, cuius radius est e. g. C B, & reciproca simplici radii. Si dein radius A E producatur, donec in H occurrat perpendiculo H F erecto in foco F, exprimet recta F H *aberrationem lateralem*; quæ demonstratur esse in ratione triplicata aperturæ, & reciproca duplicata radii. Denique si per intersectiones radiorum intimorum, & extimorum ducatur diagonalis D E; erit hæc *aberratio*

in latitudinem seu diameter circelli, in quem radii omnes per lentem refracti colliguntur: unde maxima ibidem est densitas radiorum; & quo maior hic circellus fuerit, eo maior erit in imagine obiecti confusio. Porro aberratio maxima in latitudinem reperitur aequalis quartae parti aberrationis lateralis, & circellus radii Z E distat a foco I extimorum radiorum ceu q B parte quarta totius aberrationis I F in longitudinem.

Quoniam aberratio maxima in latitudinem est in ratione triplicata aperturae remedium ad tollendam hanc imperfectionem habebitur, si vitro obiectivo exigua tribuatur apertura: aut si prope focum lentium ponatur diaphragma, seu planum rotundum nigro colore tinctum, exciso in medio circulari foramine, cuius diameter imaginis ibi depictae diametrum fere aequet. Limbi diaphragmatis inutiles radios arcebunt. At cavendum est, ne iusto minor apertura luminis claritati obsit. Excogitatae quidem fuere curvae superficies lentium, ceu ellipticae, hyperbolicae, per quas omnes radii in unum punctum colligerentur; verum cum eae perdifficili labore efformentur tam adcurate, ut opus est, adhiberi non solent, praesertim cum animadversum sit, imperfectionem hanc, quae a figura sphaerica pendet, omnium minimam esse earum, quibus tubi dioptrici subiacent.

§. CXX.

Altera tuborum dioptricorum imperfectio ex diversa radiorum refrangibilitate oritur; cum enim radii rubri, omnium minime refrangibiles tardius axem secent, quam violacei, qui maximam habent refrangibilitatem, fiet ex hoc etiam capite aberratio in longitudinem, & latitudinem, per quam obiecti imago non confusa tantum, sed variis etiam coloribus ceu iride cincta exhiberi debet. F. XVI. Si radii paralleli per vitrum plano-convexum A G B transmittantur, radius quidem violaceus axem secabit in I, rubeus vero tardius in F. Producto semidiametro R A in H, ductaque H E, erit H A L angulus incidentiae: H A D angulus refractionis pro radiis rubris; pro radiis autem violaceis angulus H A E angulus refractionis.

New-

Newtonus cum aberationem ex radiorum refrangibilitate ortam multo maiorem reperiſſet ea, quam figura ſphærica parit, nec remedium deprehenderet, quo illam tolleret, omiſſis tubis dioptricis totum ſe ad perficienda teleſcopia catadioptrica convertit. Supponebat enim, in quovis medio ſinum refractionis unius coloris ad ſinum refractionis coloris alterius ſemper conſtantem rationem tenere, adeo, ut ſi cæteris paribus radii per lentem cuiusvis materiæ transmittantur, aberratio in latitudinem D E & in longitudinem I F ſemper eadem ſit. Quo poſito radii nunquam ſine coloribus in focum cogi poſſent, ſed tantum ſi paralleli ferantur, coloribus carerent. Newtonum ſequuti ſunt reliqui Mathematici usque ad Eulerum; qui Newtoni ſuppoſitum ex ipſa viſionis natura primo impugnavit; cum enim radii parallele oculum ſubeuntes per humorem aqueum, & chryſtallinum in focum ſuper retina colligantur, nulla daretur viſio niſi confuſa, omniaque obiecta variis coloribus, & velut iride cincta adparerent. Neceſſe igitur eſt, tolli poſſe radiorum in colores diſperſionem, etſi radii non parallele tantum ferantur, ſed in focum etiam coeant. Quæſitum ergo eſt, quæ radiorum curvaturæ proportio in duabus lentibus ex diverſa materia confectis ſtatui debeat, ut radii a lente poſteriore egreſſi in unum omnes punctum colligantur; inventaque hæc lex: ſi lentes ex diverſa materia diaphana combinentur, in quibus diverſa refractionis ratio detur, tum radii in unum focum cogi poſſunt, quando radii curvaturæ lentium, unius utrinque convexæ, alterius concavæ ſe habent directe ut differentiæ refractionis in una alteraque lente, ſeu directe ut aberrationes in latitudinem. Sic Dollondus anglus deprehendit, diſperſionem in chryſtallo anglica ſeu Flintglas ut vocant eſſe ad diſperſionem in vitro communi ut 3 : 2. Quare ex ultimo hoc lentem utrinque convexam radii ut 2; ex altera vero utrinque concavam confecit radio = 3. Hæ lentes iunctæ vitrum obiectivum conſtituebant foci = 5 ped. quod obiectum repræſentabat absque ulla iride clarum, & diſtinctum valde; ac præſtabat hic tubus alteri vulgari 15 ped. Cæterum id genus tubos acroamaticos ſeu colorum expertes adpellare placuit. Dollondus prioris filius regiæ ſocietati Londinenſi tubum $3\frac{1}{2}$ pedum cum obiectiva lente ex tri-

tribus, duabus nimirum convexis vitreis, & una concava ex chrystallo exhibuit qui aperturam admisit $3\frac{3}{4}$ *pollic. Diametrum vero obiectorum* 150*es auxit, quod alias tubo non nisi* 60 *ped. longo competit, Resolutiones chemicae chrystalli anglicae monstrabant, eam multum plumbi continere. Quare D. Zeiher Chemicus Acad. Petropol. dirigente Eulero ex silice & minio varia quantitate inter se mixtis vitra confecit, quae variam dabant refractionem. Haec compositio multum affinis est illi, quae vulgo stras vocatur. Verum nisi magna arte & industria tractetur, constat prodire vitra striis, & inaequalibus fusae materiae ductibus ita depravatâ, ut nulli usui esse possint. Hoc incommodum verisimiliter a fumo, & evaporatione plumbi oritur; nam minium non nisi calx plumbi est; nec aliud huic malo remedium videtur adferri posse, quam repetita eiusdem massae fusio, donec in fundo nulla plumbi grana deprehendantur. Qui vitris vulgaribus uti cogitur, solam prope experientiam consulat oportet, ut, quod ea optimum, maximeque ab erroribus liberum ostendit, prae caeteris seligat. Addo hic dimensiones ex Caillio, quas peritiores artifices in constructione telescopiorum magis usitatorum observare solent.*

Long. foci vitr. obiect.	*Diam. apert. vitr. obiect.*	*Long. foc. vitr. ocul.*	*Aug. diam. adp. circiter*
1. *ped.* -	0 *dig.* $6\frac{1}{2}$ *lin.*	0. *dig.* 8. *lin.*	- 20.
2. - -	0. - 9. -	0. - 10. -	- 28.
3. - -	0. - $11\frac{1}{2}$ -	1. - $\frac{1}{2}$ -	- 34.
5. - -	1. - 1. -	1. - 4. -	- 44.
7. - -	1. - $5\frac{1}{2}$ -	1. - $7\frac{1}{2}$ -	- 53.
10. - -	1. - 9. -	1. - 11. -	- 63.

Pro Telescopiis 4 Vitrorum.

Long. foc. vitr. obiect.	*Diam. apert. vitr. obiect.*	*Long. foc. vitr. ocul.*	*Diam. diaph in foc. vitr. oc.*	*Aug. diam. adp.*
3. *ped.* -	9. *lin.* -	26. *lin.* -	$7\frac{1}{2}$ *lin.* -	17*ies*
5. - -	12. - -	30. - -	10. - -	24.
7. - -	14. - -	34. - -	11. - -	30.

Pro

Pro microſcopiis trium vitrorum oculare ſit foci digitalis, & diametri circiter 9. *lin. quod in medio ad diſtantiam* 8 *fere linearum ab oculari collocatur. Focum* 18. *lin. habeat, & diametrum unius digiti. Cum his variæ lentes obiectivæ coniungi poſſunt e. g.* 1. 2. 4. 6. *lin. Sed iſtarum aperturæ admodum ſint exiguæ & bonitati vitrorum proportionatæ.*

CAPUT VIII.

De Principiis Catoptricis.

Catoptrica lumen a ſuperficiebus politis, quas ſpecula vocant, reflexum, & viſionem, quæ inde conſequitur, examinat. Generalis Capotricæ lex eſt: lumen ita reflectitur, ut angulus reflexionis ſit æqualis angulo incidentiæ. Agam autem primo de ſpeculis ſphæricis concavis & convexis: tum de planis, aliisque notatu dignioribus. Demum dictorum uſum in teleſcopiis catadioptricis exponam.

§. CXXI.

Problema. *Sit* (F. XVIII. T. II.) *BAM ſpeculum cavum ſphæricum, in cuius axe AC producto ponatur objectum lucidum O; & radius OM proxime ad axem in ſpeculum incidat; quæritur focus F, ſeu concurſus radii reflexi MF cum axe.* Ducto radio CM fiat angulus FMC æqualis angulo CMO; & radius incidens OM reflectetur in F. Ponatur enim $AC = a$. $AO = MO = d$. (nam radius OM axi proximus eſt ex hyp.) ſit præterea $AF (= MF) = x$; erit $FC = AC - AF = a - x$; & $CO = AO - AC = d - a$. Itaque cum in triangulo FMO ob angulum biſſectum ſit $CO : FC = MO : FM$; erit $d - a : a - x = d : x$; unde fit $dx - ax = ad - dx$; & $2dx - ax = ad$; demum $x = \frac{ad}{2d - a}$.

§. CXXII.

Corollarium I. Ex ſolutione problematis facile deducuntur leges reflexionum in ſpeculis concavis. Et quidem ſi de focorum, & imaginum ſitu quæritur, 1. ſi radii ex diſtantia infinita in ſpeculum concavum incidunt, erit poſito $d = \infty$, diſtantia foci a ſpeculo $x = \frac{1}{2} a$, ſeu focus a ſpeculo diſtabit dimidio radio A c (F. XVIII.) $= \frac{1}{2}$ A C. Et generatim hoc punctum c, in quo radii paralleli prope axem incidentes colliguntur, *focus ſpeculi dicitur.* 2. Si obiectum ex diſtantia infinita verſus centrum C accedit, imago a ſpeculo magis magisque recedet: in diſtantia autem $d = 2a$, fiet $x = \frac{2}{3} a$. Demum ſi obiectum fuerit in ipſo centro C, fiet $d = a = x$, ſeu obiectum, & imago ſimul in centro erit. Unde fit, ut oculus in centro ſpeculi conſtitutus ſe ipſum non niſi confuſe videat, quia radii maxime convergentes oculum ſubeunt. 3. Si obiectum ultra centrum pergit ad ſpeculum accedere; imago a ſpeculo centroque recedet magis, magisque, ſic in diſtantia obiecti $d = \frac{2}{3} a$; fiet $x = 2a$. Hinc ſi oculus in linea c C conſtituitur, ſe ipſum videre nequit; quia ipſius imago poſt oculum in linea C O efformatur. Demum ſi obiectum ponatur in dimidia radii diſtantia c; erit $x = \infty$, ſeu imago erit in diſtantia infinita, & radii exibunt paralleli. 4. Si obiectum ultra c ad ſpeculum accedit, erit $x = \frac{ad}{2d - a}$ quantitas negativa; quia in hoc caſu $d < \frac{1}{2} a$, & $2d < a$; & propterea dabitur focus virtualis intra ſpeculum, ex quo radii divergentes prodire videntur; eo minus tamen imago a ſpeculo intra ipſum diſtabit, quo propius obiectum illi fuerit, adeo, ut cum diſtantia obiecti a ſpeculo etiam diſtantia imaginis denique evaneſcat. 5. Si radios ponas convergentes incidere; concurſus O radii incidentis cum axe erit ultra ſpeculum adeo, ut ponendum ſit $-d$ loco d. Fiet autem tum $x = \frac{-ad}{-2d - a}$

=

$=\frac{ad}{2d+a}$. quæ quantitas cum in nulla obiecti a speculo distantia negativa fieri possit, nunquam in hoc casu dabitur focus virtualis, nec radii unquam divergentes reflectentur; quia in minore a speculo distantia concurrent, quam sit distantia d & a; est enim $\frac{ad}{d+a}$ $<a$ & $<d$.

§. CXXIII.

Corollarium II. Ut de *magnitudine adparente* adcuratius quid statuatur, sit (F. XIX. T. II.) obiectum circulus O P Q speculo concentricus; unde fiet, ut etiam imago o p q a radiis reflexis depicta fiat circulus: si enim per commune centrum C radii ducantur superficiei utrinque normales, quodvis punctum obiecti æqualiter distabit a speculo, ac proin & singulorum foci B o, A p erunt æquales. Erit autem $OQ : oq = PC : Cp$, seu posito OQ obiecto $= M$; imagine $oq = m$. $PA = d$. $CP = d - a$; $pC = -x$; fiet $M : m = d - a : a - x$; itaque erit $m = \frac{MCa-x)}{d-a}$; Est autem $x = \frac{ad}{2d-a}$; quo substituto fiet diameter imaginis adparentis $m = \frac{aM}{2d-a}$. Imago autem, ut ex figura adparet, ob radios in centro se decussantes adparebit inversa. Itaque imago erit maior obiecto, quamdiu est $\frac{a}{2d-a}$ quantitas maior unitate, seu quamdiu est $a > d$; id est, quamdiu obiectum existit intra speculum & centrum: Animadverte nihilominus, quod in distantia $d = \frac{1}{2}a$ imago in distantiam infinitam remota fiat infinita; tum vero ex parte contraria intra speculum rediens

diens situm priori contrarium, nempe rectum acquirit; quod quantitas negativa, in quam formula $\frac{a\,M}{2\,d - a}$ abit, satis indicat. Cæterum eadem formula perget indicare magnitudinem imaginis ab obiecto intra speculum & dimidium radium posito reflexæ; adeo, ut imago in infinitum prius aucta intra speculum ad speculi superficiem accedens perpetuo rursus minuatur, donec evanescente obiecti a speculo distantia eandem cum obiecto magnitudinem obtineat.

Quæ de magnitudine imaginis ab obiecto concentrico reflexæ diximus, ad alia obiecta exacte transferri non possunt, nisi exiguæ latitudinis sint. imo quo superficies maior fuerit, eo imagines dissimiliores fient obiectis. Si linea recta opponatur speculo, eius imago curva adparebit, quia ob inæquales punctorum distantias, eorundem etiam imagines inæqualiter a speculo distabunt. 2. Si imago a speculo concavo reflexa duplici spectetur oculo, duplex adparebit; modo distantia oculorum ab imagine sit valde exigua, cum enim radii in imagine decussentur; qui a sinistra speculi parte reflectuntur, ingredientur oculum dextrum, & qui proin imaginem ad sinistram speculi partem referet: contra ob eandem rationem imago ab oculo sinistro ad dextram speculi partem referetur. Quodsi vero oculus ab imagine magis removeatur, cum eadem maneat oculorum inter se distantia: angulus autem radiorum imaginem in utroque oculo depingentium continuo minuatur, videbuntur imagines in speculo magis magisque ad se accedere, donec in unam demum confundantur. 3. Si obiectum ex sinistra speculi parte collocetur, imago reflexa erit ad partem dextram situ inverso, ut ex ductu radiorum reflexorum facile intelligi potest.

§. CXXIV.

Corollarium III. Allatæ formulæ etiam in speculis convexis usum habent; modo radius speculi signo negativo adficiatur; uti ex solutione problematis haud obscu-

obſcure colligitur; erit itaque $x = \frac{-a\,d}{2\,d + a}$; unde patet *primo:* in ſpeculis convexis ſemper datur focus virtualis intra ipſum ſpeculum, ex quo radii divergentes prodire videntur; & poſito $d = \infty$; erit $x = \frac{1}{2}a$, ſeu imago a ſuperficie diſtabit dimidio radio. *Secundo.* Si radii convergentes incidant, fiet etiam d quantitas negativa, & $x = \frac{-a\,d}{a - 2\,d}$. *Tertio* magnitudo adparens m, quam prius invenimus $= \frac{a\,M}{2\,d - a}$, fiet $= \frac{-a\,M}{2\,d + a}$, proin videbitur ſitu recto, & minor, quam M.

§. CXXV.

Corollarium IV. *In ſpeculis planis* radius concavitatis ſpeculi fit infinitus; unde poſito $a = \infty$, prodit $x = -d$; ſeu, imago adparet tanto intervallo trans ſpeculum, quantum cis ſpeculum diſtat obiectum. Itaque

I. *Imagines partium obiecti ſpeculo viciniorum, poſt ſpeculum viciniores quoque erunt, & remotiorum imagines intra ſpeculum remotiores.* Unde in ſpeculo plano horizontaliter collocato obiecta verticalia adparent inverſa, & viciſſim. Quodſi ſpeculum eſt inclinatum, omnia obiecta adparent inclinata in contrarium adeo, ut ſi angulus inclinationis ſit 45°, obiecta verticalia fiant horizontalia & viciſſim. Similiter pars dextra obiecti in imagine intra ſpeculum depicta adparet ad ſiniſtram, & ſiniſtra ad dextram; ſic dum manum moveo a ſiniſtra ad dextram, imago mea movebit a dextra ad ſiniſtram. Demum cum lineæ perpendiculares ab extremis obiecti punctis ad ſpeculum planum ductæ omnes ſint inter ſe parallelæ, patet, imagines inter illas comprehenſas quoad ſingulas dimenſiones obiectis ſuis æquales eſſe.

II. *Imago obiecti ad superficiem speculi plani paralleli videtur in superficie speculi duntaxat dimidium illius spatii occupare, quod obiectum occupat.* Sit (F. I. T. III.) A B obiectum; a b eius imago intra speculum; erit F I = a I, & F E = E b; ac proin spatium I E in superficie comprehensum dimidium est imaginis a b, vel obiecti A B. Unde siquis situ recto in speculo totum se videre velit, speculum dimidiam ipsius altitudinem, & latitudinem habeat, oportet.

III. *Si speculum circa axem movetur, motus angularis imaginis duplus est motus angularis speculi.* Sit (F. II. T. III.) A B speculum in primo situ: E O radius incidens: O P erpendiculum, O D reflexus; erunt anguli E O P, P O D aequales: radio A O describatur circulus, & speculum A O abeat in a o; radius incidens E O reflectetur in O d; eritque ducto ad a O perpendiculo O p arcus E p = p d; hinc etiam erit E p — E P = p d — P D, seu P p = p D + D d — P p — p D: demum 2 P p = D d; Est vero D d motus radii, seu imaginis angularis; & P p est motus angularis perpendiculi, qui ipsum motum angularem speculi A a aequat. Ob hanc caussam imago reflexa solis in speculis tam celeriter moveri videtur. Similiter eadem solis imago a superficie aquae prope stagnantis reflexa videtur admodum agitata. Si sol in aquam fluentem radiat, in eius superficie tractus quidam adparet longus, lucidus, tremulus, & interruptus; nempe partes aquae aliae super alias decurrunt instar tenuissimarum lamellarum, quae vices totidem speculorum planorum varie inclinatorum agunt, omnique momento magnitudinem, locum, inclinationem mutant, planitiem nunc ad spectatorum, nunc in partem oppositam vertentes.

IV. *Si duo specula plana (F. III. Tab. III.) A C & B C sint ad se invicem inclinata, sic, ut in angulo C sibi occurrant, & inter ea obiectum ponatur in F; oculus in alterutrum conversus videbit plures imagines in circumferentia circuli sitas cuius centrum est in C, & radius C F.* Ducatur primo in speculum C A perpendiculum F D; & fiat K D = F K; erit in D imago prima. Haec erit instar obiecti respectu specu-

li

li C B; ducatur in illud normalis D E; fiat H E = D H; erit in E imago secunda; & sic porro. Sunt autem rectangula F C K, K C D ob F K = K D, & latus C K commune æqualia proin erit C D = C F. Ob eandem rationem æqualia sunt triangula rectangula E C H, H C D; & E C = C D = C F; idcirco per omnia puncta E, F, D transibit peripheria circuli, cuius radius = C F. Haud ægre colligitur, quo maior est angulus B A C, eo minorem esse numerum imaginum, quæ efformari possint, quia catheti eo citius extra speculum cadunt: item quo magis augetur ille angulus, eo propius imagines ad verticem C accedunt utpote imminuta C F. Demum si duo specula parallela sint, infinitæ dabuntur imagines, quæ tamen perpetuo fient remotiores, & eo ipso ob repetitam reflexionem luminis, quæ sine dissipatione radiorum & decremento intensitatis fieri nequit, usque debiliores reddentur.

Hæc de speculis opacis, quæ unicam superficiem reflectentem habent, potissimum intelligenda sunt. Nam in speculis vitreis una ex parte mercurio obductis duplex fieri reflexio, pluresque obiecti imagines efformari possunt; aliqui enim radii a superficie prima reflectuntur: alii vitrum facta refractione ingressi a secunda reflectuntur ad primam, & refracti inde egrediuntur: alii primam ingressi, a secunda versus primam, ab hac rursus ad secundam superficiem reflecti, demum refracti egredi possunt. Vid. Helshamii Phys. Lect. 23. de Catopt. Caillius de multitudine imaginum in Optica §. 327. ita disserit, ut vitrum ex pluribus stratis sibi invicem incumbentibus compositum spectet, quarum superficies singulæ instar speculorum sunt.

§. CXXVI.

Corollarium V. Specula alia celebriora sunt I. *Cylindrica*, & *Conica*; quæ tamen præter spectatoris delectationem vix alium usum habent, dum vel deformem exhibent obiectorum speciem, vel imagines obiectorum studio deformatas, obiectis similes restituunt, nempe eiusmodi specula partim recta, partim curvilinea sunt; unde ratio phœnomenorum a varia compo-

ſitione legum in ſpeculis planis & curvis obtinentium petitur. Si obiectum figura debita præditum ſitu verticali ante ſpeculum cylindricum verticale conſtituitur, patet, dimenſiones verticales non deformari: at dimenſiones horizontales figuram ſuam amittent, prout obiectum plus minusve a figura ſpeculo concentrica abeſt.

II. *Specula Parabolica* (F. IV. T. III.) id ſingulare habent, quod omnes radios R M, r m axi A B parallelos in focum eundem F colligant. Ratio eſt, quia anguli R M S, T M F, qui a rectis axi parallelis, & ad focum ductis ad idem perimetri punctum M fiunt, ubique mutuo æquales ſunt. Hinc viciſſim ſi obiectum lucidum conſtituitur in foco F, radii omnes a ſpeculo reflectentur directione axi parallela. Quare ſi bina talia ſpecula ſibi opponuntur, ut amborum axes congruant, haud mirum erit, ſi globus ignitus in foco F poſitus accendat fomitem, vel nitratum pulverem in altero foco f collocatum. Eadem ratio caloris eſt, adeo, ut quidam interioribus parietibus camini italici formam parabolicam præbeant ſuccenſo ad focum igne, magno caloris incremento.

III. Similiter ſi arcus M A, B R ſint *elliptici* focorum A F, & B f æqualium; radii in ſpeculo elliptico ab uno foco F emiſſi reflectentur per unam reflexionem in alterum focum f; quia rurſus anguli FMT, SMf in ellipſi æquales ſunt.

Effectus ſpeculi parabolici in excitando igne, calore, in corporibus concremandis aut calcinandis ſunt oppido ſtupendi. Eorum tamen opinio probabilis haud videtur, qui Archimedis ſpeculo, quo naves Marcelli Syracuſas obſidentis ad ſpatium 150 ped. inflammaſſe fertur, figuram parabolicam tribuunt. Nam ut de ſpeculi poſitione nil dicam, quæ requirebat ut ſol, naves, & centrum ſpeculi in una linea exiſterent, focus huius ſpeculi ut naves incenderentur, in ipſis navibus eſſe debuit; proin diſtantia foci a vertice ſeu quarta pars parametri fuiſſet $= 150$ *ped. & tota parametr.* $= 4 \times 150 = 600$ *ped. Si iam profunditatem ſpeculi ſeu abſciſſam duntaxat ponamus* $= 1$ *ped.; reſpondentis ordinatæ ſeu dimidiæ ſpeculi amplitudinis quadratum, fuiſſet ut factum*

ex

ex abſciſſa in parametrum $= 1 \times 600$, *ipſaque dimidia amplitudo* $= \sqrt{600} = 24.4$ *& amplitudo tota* 49. *Jam tale ſpeculum quis conficiet aut tractabit? Caeterum corpora ad magnam etiam diſtantiam liquefieri aut comburi poſſunt, ſi adhibeantur plura ſpecula plana, ſed in hemiſphaerii formam ita diſpoſita, ut ſingula ſuos radios in certum punctum reflectant; quo modo cl. Bouffon lignum ad* 200 *pedes combuſſit, & ſtannum ad* 140 *ped. liquefecit.*

§. CXXVII.

Optimus ſpeculorum uſus eſt in teleſcopiis catoptricis. Newtonianum inſtructum eſt ſpeculo ſphaerico cavo D N (F. V. Tab. III.) quod radios parallele incidentes colligit in focos $\alpha\beta$ ad dimidiam radii diſtantiam (§. CXXI. n. 1.) His radiis ad focos convergentibus oppoſitum eſt ſpeculum planum n d ſub angulo 45°. Unde radii eadem convergentia reflectentur in b o; quae quidem in puncta fere etiam focus lentis ocularis convexae cadit; unde radii exibunt paralleli. Solet tamen lens ocularis una cum ſpeculo n d verſus eandem partem ſimul eſſe mobilis, ut, cum mutata obiecti diſtantia etiam focus n d mutetur, radii nihilominus in lentem ocularem ſemper reflecti poſſint. Obiectum per hoc ſpeculum viſum adparebit inverſum; quia illius pars dextra B in imagine b o fit ſiniſtra. Singularis commoditas huius tubi catoptrici prae dioptricis eſt, 1. Quod poſſit eſſe brevior, eundemque ac illa, effectum praeſtare; nam in lentibus vitreis focus radiorum parallelorum diſtat integro radio (§. CXI. n. 3) in ſpeculis autem dimidio radio. 2. Tubus catoptricus admittit ocularia diverſorum focorum, ac foci etiam breviſſimi; cum dioptrica parum diverſa ocularia patiantur.

§. CXXVIII.

Teleſcopium Gregorianum (F. VI. Tab. III.) ſpeculo concavo D N excipit radios parallele incidentes, & imaginem in F depingit ſitu inverſo; paullo ultra

 hanc

hanc imaginem ponitur aliud ſpeculum cavum d n foci brevioris f, & aperturæ etiam minoris, ea lege, ut amborum ſpeculorum axes congruant, & imago F ceu obiectum ſpeculi d n exiſtat intra focum f, eiusque centrum C; quare efformabitur imago obiecti altera in I tanto remotior a centro, quanto obiectum F propius fuerit foco f. Speculum vero D N in medio pertuſum eſt ut imago. I adhibita lente P Q conſpici poſſit: unde, cum imago I inverſa ſit, imaginis F inverſæ, patet, obiectum ſitu recto videri debere. Muniri hæc teleſcopia ſolent micrometro obiectivo, cuius deſcriptionem cum omnibus dimenſionibus tubi Gregoriani vide in diſſert. P. Cæſarii AMMAN de lumine & viſione §. 57.

Juvat hic mentionem facere de laterna magica, in qua (F. VII. Tab. III.) A C eſt ſpeculum cavum: B lumen candelæ, aut lampadis craſſioris ellychnii paulo intra focum & centrum ſpeculi collocatum, ut radii a ſpeculo reflexi verſus lentem D D convergant. Lens iſta ita collocatur, ut B ſit extra eius focum; hinc radios directos & reflexos magis adhuc colliget. E F eſt obiectum coloribus transparentibus in tabula vitrea pictum, & ſitu inverſo poſitum. Radii per hanc tabulam tranſeunt, & incidunt in lentem G H ita collocatam, ut eius focus inter ipſam, & obiectum E F ſit: Hinc radii a lente G H refracti convergent, & imaginem in K efformabunt, ubi diaphragma radios inutiles intercipit. Poſt interſectionem in K radii incidunt in lentem L M foci valde longi, atque ita collocatum, ut alter eius focus ultca K verſus G H cadat; hinc radii ex lente L M egreſſi admodum divergent, ac tandem in tabula alba ad maximam, qua fieri poteſt, diſtantiam excepti habita ratione vivacitatis, & diſtinctionis imaginis f e, hanc ſitu recto depingent.

Imperfectiones in ſpeculis catoptricis multo minores ſunt, quam in dioptricis; docetque experientia imagines reflexione formatas longe minus confuſioni ſubiacere, quam quæ per refractionem fiunt. Illa enim imperfectio, quæ ex diverſa radiorum refrangibilitate oritur, prope evaneſcit; etſi enim non nulla exiſtat per reflexionem radio-

rum

rum ſeparatio, eoquod radii maxime refrangibiles etiam maxime reflexibiles ſint; nihilominus radii paralleli manent, ad ſenſum. Illud animadvertitur duntaxat, faſcem radioſum reflexum tantillomagis dilatatum adparere, ac antea fuerat. Exigua inimaginibus confuſio partem ex illa dilatatione radiorum lucis, partem ex figura ſphærica ſpeculorum oritur; ſed inito calculo aberratio in longitudinem reperitur in lentibus noncuplo maior, quam in ſpeculis; pariter aberratio in latitudinem plus quam duplo maior in illis, quam iſtis deprehenditur. Idcirco ſpecula obiectiva teleſcopiorum & microſcopiorum longe ampliorem aperturam ferunt quam vitra eiusdem foci; ex quo fit, ut imagines reflexione depictæ multo vivaciores ſint in ſpeculis. Dimenſiones, ſecundum quas teleſcopia Newtoniana conſtruenda ſunt, ut debitum effectum præſtent, Smithius T. I. in hunc modum recenet.

Long. foc. ſpeculi concavi.	*Diametr. aperturæ ſpeculi.*		*Long. mediocr. foc. vitr. ocul.*		*Aug. Diametrorum adpar. obiecti circiter*
Ped.	*digit.*	*lin.*	*lin.*	*centeſ.*	
½	0.	11.	2.	00.	36.
1.	1.	6.	2.	39.	60.
2.	2.	6.	2.	83.	102.
3.	3.	3.	3.	13	138.
4.	4.	1.	3.	37.	171.
8.	6.	11.	4.	01.	287.
12.	9.	4.	4.	44.	390.

Speculum planum n d (F. V. T. III) figura ovali terminatur, cuius demenſiones petuntur a ſpatio, quod imago a ſpeculo concavo reflexa ibi occupare debet. Caillius ad ſpeculum concavum, cuius focus erat 2 ped. Adhibuit planum, quod minus fere 7 lineis in maxima ſua habuit latitudine, quinque in minima.



CAPUT IX.

De Electricitate Generatim.

Ex ingenti phaenomenorum electricorum copia & varietate, quae vastis voluminibus implendis sufficerent, ea maxime seligemus hoc loco, ex quibus leges quaedam generales de actione fluidi electrici, certisque motibus stabiliri queant: Ab hisce legibus Analytice inventis coniecturae de natura ac viribus fluidi electrici, corporumque electricorum pendet.

§. CXXIX.

Definitio. *Electricitas* ab Electro vel fuecino dicta eft, quod bituminis genus aliquando ad litora Britaniae, maxime autem maris Bruffici reperitur. Dudum obfervarunt Veteres, ab illo, cum fricatur, feu ad alia corpora atteritur, paleas feftucas aliaque leviora corpora nunc attrahi, nunc repelli. At RR. Phyfici tum cafu, tum inftituto vario tentaminum genere praeter attractionem & repulfionem alia obfervarunt plurima phoenomena, quae ad electricitatem referebantur, qualia funt fcintillae erumpentes, ac pungentes, penicillus feu floccus electricus, id eft, fafciculus longior tenuiffimorum lucis radiorum inter fe divergentium: ventulus feu aura tenuis, quae admota manu aut facie fentitur inftar fubtiliffimae lanae cutem adficientis: odor fulfureus, ftridor, ac crepitus, qualem edit folium viride arboris igni adhibitum: tum & concuffio, queis omnia corporis animalis membra celerrime & vehementer quatiuntur. Haec funt electricitatis indicia, ac corpora, in quibus ea deprehenduntur, vocantur *electrifata* feu *electrica*, nempe actu; nam obfervatum praeterea eft, omnia prope corpora cuiuscunque generis aut fpeciei effe electrica *potentia*, five fieri poffe actu electrica, fi rite tractentur. Ex duplici autem modo, quo tractanda funt corpora, ut indicia electricitatis actu edant, ad binas claffes omnia referuntur. *Idioelectrica* five electrica *origine & per fe* vocantur, quae per frictionem, aut tunfionem acquirunt vim electricam, five eam, qua indicia electricitatis edant; *Symperielectrica*, five *per communica-*

tio-

tionem electrica funt, quæ nulla frictione aut tunfione fed ab idioelectricis ante attritis, & percuffis vim electricam acquirunt. Ad primam claffem præter ipfum electrum pertinent vitra five colorata, five non colorata, chryftalli, gemmæ omnis generis genuinæ feu fpuriæ, porcellana, alumen, refinæ terreftres duræ, five permixtæ fint cum aliis particulis terreis, five puræ, thus, pix, afphaltum, cera, colophonium, maftix: ligna valde exficcata, & arborum folia, ebur, offa, capilli, corium, fericum, plumæ, & pili animalium; denique aer. Ad fecundam claffem pertinent inprimis aqua, omniaque humentia, animalia glabra, non pilofa, aut plumofa, metalla, femimetalla, filex &c. Porro quatenus corpora idioelectrica vim electricam in fe continent, neque propagant, nifi fymperielectricum admoveatur, eatenus *cohibentia* dicuntur: Symperielectrica vero, quæ eandem communicant & propagant verfus alia fui generis, adpellantur *deferentia*.

§. CXXX.

Experimentum I. *Tubus vitreus duos vel tres pedes longus una manu prehenfus, altera bene terfa & ficca, aut mediante charta inaurata, aut veftis laneæ lacinia celerrime aliquoties fricetur*: obfervabis: 1. Tubum hunc fi leniter manui aut faciei admoves fine contactu, fenties quafi ventulum, & fi frictio vehementior fuerit, in eius vicinia exiguos crepitus. 2. Folia metallina, papyracea, pulveres in vicinia tubi fubfiliunt, ad eum advolant, eidem adhærent, refiliunt, & poftquam alia corpora tetigerunt, iterum redeunt, iique motus cientur ad diftantiam eo maiorem, quo maior præceffit frictio, cæteris manentibus iisdem. 3. Diuturniore frictione corpora fricta odorem exhalant fere fulfureum, ac nitrofum. 4. In tenebris inter admotum digitum, & tubum profilit fcintilla crepitans; idemque fit, quodcunque corpus ex fecunda claffe eorum nempe, quæ fymperielectrica diximus, tubo fricto admoveatur; fi id fiat iterato, fcintillæ fenfim fiunt debiliores, ac tandem ceffant citius, vel tardius pro varietate corporum, & quantitate vis electricæ: Si tubo fricto admoveatur

 cor-

corpus idioelectricum, uti frustum vitri; nulla prodit scintilla, nulla, ut prius, fit crepitatio. 5. Si tubus actu electricus imponitur tabulæ vitreæ, vel alteri corpori idioelectrico, post moram plurium etiam horarum vis electrica se prodit attractione, repulsione, scintillatione.

§. CXXXI.

Experimentum II. *Corpus symperielectricum imponatur tabulæ pice obductæ, aut vitreæ, vel suspendatur, aut sustentetur funiculis sericis, ex quibus cærulei sunt aptissimi: tum huic corpori sæpius adplicetur tubus frictus, aut pone illud rotetur globus vitreus ad manum, vel pulvillum:* observabis: 1. Corpus istud symperielectricum omnia dabit phænomena instar tubi fricti: trahet corpora leviora: scintillabit admoto digito, aliove corpore sui generis. 2. Filum ferreum cuspidatum continuata globi rotatione per vices e cuspide emittet penicillum lucidum, & quidem maiorem, & ad maiorem distantiam, si digitus cuspidi adpropinquat. 3. Si cessante rotatione sæpius eliciuntur scintillæ sine attactu; vis electrica identidem minuitur, & paulatim extinguitur: 4. Attactu vero corporis symperielectrici paullo propiore & longiore tota perit. 5. Si id corpus symperielectricum cum serie aliorum sui generis coniungatur, uti si fila ferrea eidem connectantur, & quaquaversum producantur in omnem partem, a reliquis corporibus symperielectricis pariter separata per funiculos sericos, vis electrica sive per unum, sive per plura simul celerrime propagatur; ac observatum est, eam per catenam quingentorum pedum usque ad eius extremitatem pervenisse, intra $\frac{1}{2}''$; per funiculum cannabinum eiusdem longitudinis siccum intra $3\frac{1}{2}''$, per humefactum intra $1\frac{1}{2}''$. 6. Vitrum, vel aliud corpus idioelectricum interpositum inter corpora symperielectrica abrumpit propagationem; hinc prioris generis dici *cohibentia*, posterioris *deferentia* diximus.

Utro-

Utroque experimento habes corpus actu electricum: indicia electricitatis sunt attractio, repulsio, scintillæ, flocci electrici, odor, crepitus &c. de concussione paulo post. Vis hæc, seu adfectio corporis, qua istiusmodi indicia edit, eius electricitas nuncupatur. In quovis experimento tria maxime spectantur: Primo Machina *electrica, sive corpus fricans cum omni cohærente adparatu, cujus ope corpus idioelectricum, ceu tubus aut globus vitreus fricatur; sic machina censetur manus, vel charta, pulvillus cum rota.* 2. *Corpus frictum, sive idioelectricum, ceu tubus, aut globus vitreus.* 3. catena, *sive corpus symperielectricum quodcunque, cui adplicato, a priore communicatur electricitas, ceu catena ferrea, pertica metallica, vel lignea (nisi sit exsiccata) quæ ipsum globum rotatum, seu tubum frictum proxime contingit. Corpus* communicans *vocatur, quod vel ipsum per se se vel mediate per alia corpora deferentia humum contingit. Corpus* separatum, *vel ut aiunt,* isolatum, *sive* in insula constitutum, *quod non nisi aer ambiens, & alia corpora cohibentia contingunt, uti siquod symperielectricum imponitur vel sustentatur filis sericis, tabula vitrea, picea.*

§. CXXXII.

Propositio I. *Phænomena electrica pendent a fluido subtilissimo,* ***quod in corpore idioelectrico primum excitatur, sive ad motum concitatur frictione, tunsione, vel quavis ratione alia.*** Nam istiusmodi fluidum subtilissimum omnibus prope sensibus se manifestat. Dein sicut quodvis corpus ob motum intestinum partium minimarum, & ob aeris ambientis agitationem, ac materiæ igneæ omnia pervadentis motum continuo vapores quosdam, & exhalationes eiicit, ob quas peculiari atmosphæra gaudet, uti tellus pro maiore massa & volumine longe maiorem habet: ita per frictionem, tunsionem, quibus electricitas excitatur, ob intestinum motum, tremorem, oscillationem minimarum partium necessario id fluidum concitari debet, atque ad phænomena electrica quoquo modo determinari; quod quidem legibus, & analogiæ naturæ admodum consentaneum est. Sicut enim corpora materiam lucis, ignis, caloris, etsi hæc in omni-

omnibus præsto sit, non eadem copia continent, vel admittunt, vel admissam, aut contentam non eodem modo conservant, seu cohibent; sic idem de hoc fluido concipiendum est; de cuius natura statui hoc quidem loco nil potest. Satis est in præsenti præ oculis habere induetionem valde generalem, qua omnia corpora cuiuscunque generis aut speciei reperiuntur electrica origine, vel per communicationem: dein ipsum fluidum, a quo phænomena pendent; denique eius incredibilem subtilitatem, ipsaque subtilitate lucis, ut nonnulli suspicantur, maiorem; cum id per densissima metalla, ipsumque Mercurium intime transeat; etsi enim catenæ ferreæ superficies alicubi pice inducatur, quæ propagationem vis electricæ per sese sistit; tamen eadem illius propagatio observatur, cum nempe intimam ferri substantiam pervadit: eadem per Mercurium in tubo vitreo contentum transit.

§. CXXXIII.

Propositio II. *Actio fluidi electrici, ex qua phænomena proxime pendent, non exeritur, nisi turbato eius æquilibrio:* Probatur. Id fluidum semper & ubique præsens est in corporibus; nec tamen semper & ubique indicia electricitatis præsto sunt: frictione, & tunsione, qua id excitatur, non nisi æquilibrium eius turbari potest, ut alicubi magis abundet, alibi deficiat. Universe fluida in se, aut vicina corpora non nisi perturbato ipsorum æquilibrio singulares actiones exerunt. Idem præter hanc fluidorum legem comprobant omnia phœnomena electrica recte expensa; quorum expositio ne in incertum vagetur, sumatur instar hypothesis id (parum enim interest) quod hoc loco asseritur, & cum ea comparentur phœnomena deinceps recensenda; Ea hypothesis a Franklinio Anglo in America primum procusa, deinceps a plurimis illustrata, fere eiusmodi est. *Primo* cuivis corpori tum spectata dimensione tum aliis specificis proprietatibus certa fluidi electrici copia competit; quam si actu tenet sine excessu vel defectu, *in statu naturali* (relate ad fluidum electricum) esse dicitur. Contra *positive*, vel *per excessum* electricum est, quando maior eius fluidi copia in ipso corpore, vel

circa

circa illud, quam naturalis eius ſtatus poſcat, colligitur: *negative*, ſive *per defectum* electricum, ſi quadam eius parte ſpoliatur, & minus tenet, quam naturali ſuo ſtatu poſſideat. Eſt ergo electricitas exceſſus, ſive poſitiva, eſt alia defectus, ſive negativa; & ſi bina inter ſe corpora coniunguntur ad aliquod ſpatium, ad quod ſphæra virtutis electricæ pertinet, ſequentes ſtatuum combinationes locum habent: 1. ſi unum eſt poſitive electricum, alterum in ſtatu ſuo naturali. 2. ſi unum electricum negative, alterum denuo in ſtatu naturali. 3. ſi unum poſitive, alterum negative electricum. 4. ſi utrumque poſitive: 5. ſi utrumque negative electricum ponitur. *Secundo.* Æquilibrium materiæ electricæ tollitur duplici modo: ſi cui corpori maior eius portio accedit, aut ſi eripitur plus, quam ei ſtatu ſuo naturali competat. *Tertio.* Materia ab uno corpore non tranſit in aliud, niſi ſublato in alterutro æquilibrio: effluxus autem fit ex illo corpore, in quo eſt maior eius fluidi copia vel *abſolute*, hoc eſt, quod ultra materiam ſibi naturaliter debitam præterea aliam continet, ac proinde poſitive electricum eſt: vel *reſpective*, ſi non maiorem quidem copiam tenet, quam naturaliter debitam: at ſi alterum minus materiæ ſibi debitæ tum habet. *Quarto.* Materia electrica circa corpora ſaltem poſitive electrica atmoſphæram format: nam fila, globuli, pulveres ab iis ad 2 vel 3 pedes nonnunquam attrahuntur: ſcintillæ in diſtantia quadam a corpore electrico elici poſſunt: ſi catenæ, aut fila deferentia alicubi abrumpantur, ſic, ut exiguis intervallis adhuc diſtent: ſub initium rotationis globi vitrei ſucceſſive per intervalla filorum ſcintillæ exiſtunt, tandem vero continuata rotatione, conquieſcunt omnia, & ſingula fila deprehenduntur electrica, ita, ut extremum ſi contingas, ſingula ſcintillent. Nempe increſcente per rotationem filorum atmoſphæra fluidum propagatur per ſingula.

Quæ de ſtatu corporum naturali, de electricitate exceſſus vel defectus, de æquilibrii perturbatione, effluxu materiæ, & atmoſphæra electrica propoſita ſunt hoc loco, ea experimentis confirmanda, ſive potius analytica methodo indaganda ſunt, ut ex iisdem explicatio aliorum phænomenorum ſynthetice deduci, & coniecturæ quædam de viri-

viribus & natura huius fluidi, ac corporum electricorum constitutione fieri recte queant.

§. CXXXIV.

Experimenta de separatione aut communicatione catenæ vel machinæ. Spectata hac separatione, aut communicatione quatruplex experiundi est modus.

I. Si machina communicat cum corporibus deferentibus, ipsoque solo, catena autem separatur. Hoc casu electricitatis indicia in catena sunt, nulla in machina: quantum enim ex machina in catenam effunditur de fluido, tantum illa ex contiguis corporibus deferentibus, & solo haurit; hinc etiam cessante rotatione mox statum naturalem recuperat, etsi ea durante continuo parte quadam spolietur: catena autem cum fluidum recipiat, & in insula consistat, sive a corporibus cohibentibus cingatur, fit positive electrica; admotis igitur corporibus, quæ minus resistunt ingressui materiæ electricæ, quam sit vis eiusdem in catena condensatæ, hæc in ea effunditur ad æquilibrium restituendum, atque ita indicia electricitatis præbet. Porro quod fluidum non modo ex vitro, sed etiam manu, pulvillo, & solo ope vitri in catenam transeat, patet ex casu.

II. *Si enim & catena separetur, & machina* suppositis eidem densioribus vitri frustis, aliove corpore cohibente, ita ut homo ipse fricans tubum, aut globum circumagens scabello electrico insistat velut in insula; tum excitata in vitro electricitas communicatur statim catenæ: & siquis pavimento insistens eam contingat, prorumpente scintilla mox extinguitur: sed reviviscit continuata rotatione: contactu iterum perit: per rotationem tertiam, quartam &c rursum se prodit, sed ita, ut continuo debilior fiat, & tandem omnino desinat, eoque citius, quo minoris molis est machina; nempe dum fluidum ex pulvillo & corporibus cohærentibus in globum, ab hoc in catenam migrat, e catena vero sæpius extracta per attactum alio defertur: ipsa demum machina exhauritur, quæ cum separata sit, nihil ex aliis corporibus recipere, & globo suppeditare potest:

poteſt: contra ſi ea cum aliis corporibus communicat, defectum materiæ in globum tranſmiſiæ, ex iisdem ſupplet; hinc poſt attactus quamtumvis repetitos electricitas in catena ſemper reviviſcit.

III. *Si & machina & catena communicant cum ſola*, in neutra ulla indicia electricitatis deprehenduntur; nam fluidum ex ſolo in machinam, ex machina in globum, ex hoc in catenam, inde in ſolum denuo diffunditur, mox reſtituto, quod turbabatur, in catena & machina æquilibrio.

IV. *Si machina ſeparatur, & communicat catena*, electricitatis indicia ſunt in machina, nulla in catena; quidquid enim fluidi ex machina in catenam effunditur, id ex catena defluit in pavimentum; hæc ergo in ſtatu ſuo naturali perſiſtit: machina vero, cum continuo partem quandam fluidi in catenam dimittat, fit negative electrica; ita ut homo fricans tubum, & ſcabello electrico inſiſtens, ſi ex tubo per alterius hominis attactum repetitum extrahitur materia, indicia electricitatis edat. Ex hoc & ſecundo caſu intelligitur, poſſe reipſa corpus ſpoliari (ſaltem magnam partem) materie electrica, idque fieri per ſeparationem machinæ a corporibus ſymperielectricis; porro eiusmodi corpus electricum eſſe ex eo liquet; quia in eo relate ad alia corpora ſublatum eſt æquilibrium fluidi electrici; atque idcirco eo maior effectus erit, quo maior inter bina corpora ſtatuum differentia eſt, & quo plus materiæ electricæ habet corpus alteri negative electrico admotum, uti ſi ipſum eſt electricum poſitive; tum maior ſcintilla & ſonitus oritur. Ex his concluditur, dari reipſa electricitatem poſitivam, ſive exceſſus, & negativam ſeu defectus, atque vim maximam haberi inter corpora, in quorum altero ſummus eſt exceſſus, in altero ſummus defectus.

§. CXXXV.

Experimenta in laminis vitreis ſeu quadrato Franklini. Superficies tabulæ vitreæ unius pedis longæ & latæ, aut etiam maioris tegatur utrinque foliis metallinis, ita, ut limbus tabulæ intervallo duorum vel

tri-

trium pollicum hoc indumento, seu indusio, uti vocant, careat; eiusmodi tabula passim *quadratum* Franklini adpellatur. I. Ex catena filum ferreum demittatur in faciem superiorem tabulæ, ut fluidum eo deferri queat: si inferior facies ope fili pariter cum catena communicet, nulla in tabula electricitas deprehenditur: si inferior superficies separetur, sive a corpore idioelectrico sustentetur, pariter nulla se prodit electricitas in tabula, quantumvis fatigetur machina. II. Filum ex catena deductum distet a tabula uno digito & in nodum vel annulum desinat apici digiti æqualem: inferiori faciei in eadem distantia & directione cum filo opponatur digitus hominis pavimento insistentis; cæterum tabula sit separata, ut e. g. scyphis vitreis in angulis incumbat: agitata machina fluidum cum scintilla ex filo erumpit in faciem superiorem, eodemque tempore scintilla adparet in facie inferiore circa digitum: idque iterato, ac sæpius observatur; quid igitur? num materia ex catena in filum derivata, & ex filo in faciem superiorem tabulæ prorumpens per vitrum, ipsamque intimam eius substantiam usque ad inferiorem faciem transit? haud sane; Ex hoc enim & plurimis phœnomenis instar certæ legis intelligimus fluidum *electricum per vitrum non transmitti.* Secus peracta ea fluidi eruptione, ac scintillatione tabula in statu foret naturali, neque indicia electricitatis postmodum ederet; atqui edit sane cum insigni concussione, siquis eodem tempore indicem faciei inferiori, pollicem superiori admoveat. Sic igitur statuendum: fluidum electricum ex catena & filo in tabulam prorumpens in facie eius superiore ita accumulatur, ut tantundem ex facie inferiore tabulæ eliciatur, & in digitum scintilla pungente irruat, ut adeo supra electricitas excessus, infra electricitas defectus habeatur, siquis dein utramque superficiem una attingit, fluidum cum impetu & concussione ex superiore facie, ubi accumulatum est in inferiorem, ubi deficit, per ipsa attingentis membra irrumpit: si utraque superficies cum catena communicat, in ipsa tabula vitrea æquilibrium fluidi nunquam tollitur; cum id in vitro tolli haud possit, nisi tantundem detrahitur ex una superficie, quantum in altera accedit.

Æque

Æque hanc legem constans docet experientia: *vitra in faciebus oppositis affectant electricitates contrarias æquales.* Si inferior facies separata sit penitus a corporibus deferentibus, fluidum inde avehi nequit, proindeque nec in superiore facie accumulari, nullaque æquilibrii perturbatio fit.

III. Filum ferreum curvatum in arcum circularem, & in binos cuspides inflexos seseque respicientes desinens immitatur ope ceræ sigillatoriæ in tabulam actu electricam, ita, ut cuspis una faciem superiorem, altera inferiorem respiciat; & utraque a facie vitri binis tribusve digitis distet: conspicua erit utrinque lux, nulla postmodum in tabula, nullo in filo recurvo electricitas, etsi id a corpore cohibente sustentetur: nempe fluidum hac via ab una in alteram superficiem transiens æquilibrium, ipsaque tabula statum suum naturalem recuperat; & quoniam nulla, uti modo dicebam, electricitatis indicia postmodum præbet, necesse est, ut excessus in facie superiore penitus æquarit defectum in inferiore; secus certe filum postea electricum quoquo modo, positive, aut negative, deprehenderetur. Si id filum eiusmodi sit, ut superficiem utramque prope tangat, & adhibeatur tum, cum electricitas in tabulam urgenda esset, nunquam ea reddetur electrica; quantum enim fluidi effunditur in unam superficiem, tantundem in alteram transire potest; nunquam igitur æquilibrium turbabitur. Ob eandem caussam si indumentum tabulæ proxime ad limbos accedit, facilis erit fluidi electrici transitus ab una superficie ad aliam, nullaque electricitas existet, aut celeriter evanescet.

Passim extant similia experimenta, quibus comprobentur ea, quæ de electricitate vitri hoc loco indicata sunt. Experimentis tabularum vitrearum affine est experimentum Leydense, ut vulgo dicitur a natali solo, quod est Lugdunum Batavorum, ubi primo innotuit. Hinc & lagenæ Batavæ nomen est.

§. CXXXVI.

Experimenta in Lagena Batava. Impleatur lagena ultra medium circiter aqua: obturetur fubere tranfacto filo ferreo in aquam defcendente; cuius extremum extans unci figuram habeat, ut catenæ connecti poffit. Filum hoc *conductor internus* dicitur externa fuperficies vitri munda fit, præfertim circa collum. Corpus fymperielectricum cum externa vitri fuperficie communicans, uti eft manus lagenam tenens, aut circulus metallinus eam ambiens, *armatura exterrior*, ficut aqua *armatura interior*, dicitur; filum ferreum circulo exteriori annexum, vel quod inftar iftiusmodi fili eft, *conductor externus* nominatur. I Adhibeatur iftiusmodi lagena ita, ut eius conductor internus cum catena electrica, externus cum corporibus deferentibus & pavimento communicet: tum externus conductor admoveatur interno; fiet difplofio vehemens cum infigni erumpente flamma. Nenpe fuperficies utraque fit electrica, & hoc quidem cafu interna pofitive, externa negative; cum igitur vis maxima fit inter corpora, in quorum altero fummus eft exceffus, in altero fummus defectus, fluidum admotis conductoribus ex interna fuperficie, ubi abundat, in externam, ubi deficit, cum impetu irruet. Facta hac irruptione, cum reftitutum fit æquilibrium, tota electricitas extincta deprehenditur.

II. Si binas iftiusmodi lagenas ventre prehendens electricam alteram, alteram non item admoveo invicem ipfarum uncos; fcintilla emicat inter uncos, nempe a fluido redundante, quod ex lagena electrica effundit fefe ad æqualilitatem in fuperficiem interiorem lagenæ non electricæ, & quatior ego a fluido naturali lagenæ non electricæ quod ex fuperficie eius exteriore effundit fe ad æqualitatem in exteriorem electricæ fluido nativo carentem. Similiter fi duæ lagenæ electrifentur inæqualiter, & conductor internus unius admoveatur alterius pariter interno, dabitur fcintilla, poft quam utraque æqualiter reperitur electrica.

III. Sit hominum feries iunctis manibus confiftentium; conductorem externum primus teneat, alter, pofteaquam electricitas immiffa eft in lagenam, internum tangat: erumpente fcintilla vehementer concu-

tien-

tientur omnes, ictu per brachia trans thoracem ab ultimo ad primum propagato. Vehementia ictus oritur a coniunctione superficiei externæ, in qua electricitas negativa habetur, cum interna, in qua præsto est positiva, ita ut fluidum per membra hominum una iunctorum ab altera superficie ad alteram transeat.

Lagena aut vitrum onerari *dicitur, cum in una eius superficie fluidum electricum condensatur, in altera pari copia eiicitur. Si conductor externus cum catena electrica communicat, similis effectus habetur; modo alter conductor non communicans cum catena cum corporibus deferentibus communicet, per quæ fluidum avehi possit. Secus si e. g. interno conductore ad catenam adhibito externus cum ipsa superficie & armatura externa lagenæ separetur, vis modica obtinetur, quoniam fluidum externæ faciei avehi ægre potest; habetur tamen aliqua vis, si cætera faveant, uti infra dicemus. Lagena aut vitrum oneratum dicitur* exonerari, *si coniunctis conductoribus, aut quovis corpore deferente ad externam simul, & internam superficiem admoto via datur fluido æquilibrium recuperandi.* Circulus succussionis seu ictus *est omnis corporum deferentium series, quorum primum conductori uni, ultimum alteri admovetur. Eiusmodi lagenæ aut vitra passim* fortificatoria *nuncupantur; augent enim effectum. Eædem loco aquæ variis aliis liquoribus aut corporum solidorum segmentis, scobe ferrea, imo & lignea replentur. Ipsæ lagenæ intus & foris ad certam altitudinem lamellis metallinis ceu indumentis obducuntur, aut foliis speculorum. Hæ vero lamellæ aut folia pro* armatura *serviunt: idque efficiunt, ut fluidum electricum in una vitri superficie facilius & copiosius accumuletur, in altera subducatur. Nec vitri figura quidquam confert; modo nimia crassities absit, aut etiam tenuitas nimia.*

§. CXXXVII.

Experimenta in perticis ferreis, & globulis subereis. Sit filum aut pertica ferrea utroque extremo valde acuminata, imposita scypho vitreo mundo, & sicco. Ei tubus frictione electricus circa medium adpropinquet in distantia 6. poll. circiter maiore vel minore pro

maiore, vel minore vi electrica tubi. Videtur pertica fieri *negative* electrica ob fluidum nativum ex ea per cuspides erumpens. Indicia electricitatis negativæ sunt 1o. si utrique extremitati huius perticæ adiungantur in eadem linea horizontali binæ aliæ similes, & similiter collocatæ, & tubus mediæ admotus non ante removeatur, quam post aliquod temporis spatium postquam vitra extrema cum perticis suis a media sint separata: tum remoto tubo alterutra extremarum admoveatur mediæ, scintilla existet cum crepitu: si extremæ inter se committerentur, nullum edent indicium electricitatis, nisi perexiguum fortassis ob vim inæqualem. Ex his conficitur, mediam esse negative electricam, extremas positive, propterea quod hæ fluidum a media eiectum hauriant: si extrema quævis & media electricitatem homologam haberet, utraque positivam, vel utraque negativam, nulla ex coniunctione scintilla existeret, sed singulæ seorsim indicia darent admoto digito. 2do. Si perticæ, antequam negative electrica fiat, adiungantur globuli suberei filis 8 circiter dig. suspensi, seque contingentes, ii inducta electricitate recedent; tum si infra eosdem iam repulsos quodam spatio teneatur alius tubus electricus ad quandam distantiam, primo magis recedent ac antea; postea ad sese iterum accedent; contra si pertica cum filis ac globulis fuisset positive electrica, admoto tubo electrico infra globulos iidem primo magis ad se accessissent, postea recessissent. Cuius rei ratio ut intelligatur, nota: si tubus electricus certo intervallo adpropinquat perticæ eo, quo primo posuimus, modo, tanta fluidi copia utrinque per cuspides eiicitur in aerem, quæ binis aliis perticis utrinque admotis electricitatem excessus inducit; quapropter si corpus fit negative electricum, eius fluidum eiicitur & circa illud atmosphæram format, perinde ac corpora positive electrica suam habent atmosphæram: igitur in coniunctione corporum, quorum electricitas æqualis est, & homologa, semper repulsio fit, nisi moles & massa eorundem prævaleat vi expansivæ atmosphæræ ad recessum urgenti. Globuli positive electrici repellunt sese ob conatum atmosphærarum se expandendi magis per aerem: si iidem

sint

sint negative electrici, pariter se repellunt: nam fluidum nativum ab iisdem eiectum, & circa eorum superficiem condensatum nititur utrinque per superficiem ingredi: hinc mutua pressio existet, constipatio inter utrumque globulum, qua globuli coguntur recedere. Posita iam electricitate negativa globulorum vis electrica tubi infra eos adpropinquantis atmosphaeras eorum densiores reddit ob resistentiam aeris, donec resistentia, quam superficies globulorum in fluidum circumfusum exerunt, victa sit; ad quod opus est tempore quodam continuo, intra quod fit repulsio eorundem: victa resistentia fluidum in globulos redit, qui recuperato statu naturali ad sese dein denuo accedunt. Si vero electricitas globulorum est positiva, ob quam pariter recedunt a sese, admoto inferius tubo electrico magis accedent primo, postea recedent; hoc enim casu aucto in globulis fluido naturali id undique ex superficiebus erumpit, & atmosphaeram efformat, neque aer cohibendo egressui materiae par est; at accedens vis electrica tubi una cum aere fluidum intra globulos compellit tempore quodam continuo, quo dein ad sese magis accedunt: remoto autem tubo erumpente maiore copia fluidi quam antea, magis etiam, quam antea, a se recedunt: atque ita in casu electricitatis negativae vis repellens per vim electricam tubi primo augetur, postea minuitur: in casu positivae primo minuitur, postea augetur; quae quidem res explorando generi electricitatis servit; facile enim corpori electrico ope frusti vitrei eiusmodi globuli adiungi, iisque tubus electricus admoveri potest.

Animadverte: Si tubus electricus non adpropinquet in medio: sed adhibeatur alterutri cuspidi perticae, quam primo posui, ea fit positive electrica; plus enim fluidi & maiore vi intruditur hac parte, quam ex altera remotiore cuspide egredi queat; si sint plures perticae in linea collocatae, sibique vicinae, & extremae cuspidi tubus electricus admoveatur, omnes evadent electricae positive: prima tamen magis, quam secunda, haec magis, quam tertia, atque ita porro. Si binae cuspides perticae, cuius medio tubus electricus imminet, frustis vitri perforatis adcurate teguntur, eadem impedito egres-

egressu fluidi electricitatem excessus acquiret. De tribus perticis quas supra suo quamque scypho imposuimus, notandum, nullum earum electricitatis indicium haberi, si tubus mediæ immotus ante removetur, quam vitra cum perticis separentur, fluido ab extremis in mediam redeunte, & recuperante æquilibrium, quam primum vis tubi cessat. Maximam vero attentionem meretur atmosphæra, qua corpora etiam negative electrica pollent. Resistit aer fluido, ne dilabatur, tum ne egrediatur ex corporibus: at resistentia superari potest vi electrica corporum: quæ si positive electrica sint, eorum fluidum ab axe vel centro illorum ex omni parte versus aerem tendit: si negative, opposita directione ab aere circumfuso versus axem; hinc corpora leviora homologe electrica si coniunguntur, ob vim oppositam fluidi eorum recedunt: at si in uno globulo electricitas positiva in altero negativa adest, ad sese accedunt; nam atmosphæra positive electrici a centro versus aerem, & negative electrici ab aere versus centrum tendens utrinque directionibus conspirat, & conatus fluidi tendentis versus centrum adiuvatur a fluido alterius tendente a centro: defectus unius compensatur excessu alterius, fitque restitutio æquilibrii. Similia de electricitate negativa experimenta extant in Transf. Anglicanis N. LIII. Fol. XLVIII. P. I. instituta a D. Canton. Suspendit is globulos magnitudine piso æquales ex filo lineo 8 vel 9 digit. qui se contingebant. Tubo electrico in distantia 3 vel 4 pedum posito iidem recedebant, adpropinquante magis tubo augebatur recessus: remoto tubo concidebant: Si globuli ex filis sericis pendeant, recessus non obtinetur, nisi tubus saltem ad distantiam 18 digit. accedat: ac tum remoto etiam tubo aliquandiu manebunt disiuncti. Si primo casu globuli ponuntur negative electrici, intelligi potest, cur altero casu, quo nihil de fluido per fila serica avehi potest, tubus propius admoveri debeat, donec recedant: contra si casu utroque ponitur electricitas positiva, citius & in maiore distantia ea induceretur in secundo, quam primo casu. Videtur genus electricitatis aliquando pendere a distantia & vi tubi electrici: si enim adperticam utcunque acuminatam ita admoveatur tubus electricus, ut eam penitus contingat, fit ea positive electrica, maiore fortassis copia irrumpente, quam ut fluidum nativum perti-

cæ

cæ infra statum naturalem imminui queat : in maiore autem tubi distantia electricitas defectus observatur ; fortassis limes est quidem distantiæ , in quo neutra obtinetur. Nec obest , quod is non deprehendatur , cum repetitis tentaminibus nec vis electrica tubi semper eadem sit , & aer etiam circumfusus subeat mutationem.

§. CXXXVIII.

Experimenta electricitatis homologæ in oppositis faciebus laminarum aut phialarum vitri. Constat ex §. CXXXV. Vitra in faciebus oppositis affectare electricitates *contrarias , & æquales* ; at eædem circa utramque laminæ aut phialæ oneratæ faciem sæpe homologæ adparent. Eius rei rationem reddidit cel. Beccaria in dissertatione , quam inscripsit de *electricitate vindice* , ubi ostendit , easdem homologas adparere debere , quia reipsa contrariæ sunt , quæ faciebus vitri insident , electricitates , & quia vim exerunt , qua suam tuentur in contrarietate æqualitatem. Phiala nectatur unco catenæ : electricitas in eandem urgeatur , quin ipsa tangatur exterius : collo prehensa , & semota a catena repellet unco & ventre bracteolam excessu electricam : adparet igitur electricitas homologa ; videtur enim bracteola positive electrica attrahi debere a ventre phialæ , si ut oportet , negative electricus est ; non attrahitur autem : igitur positive erit electrica facies phialæ exterior perinde , ut interior. Hæc igitur explicanda est anomalia , quæ plurimis , certisque experimentis refragatur. Nempe si fluidum vi machinæ intruditur in faciem interiorem phialæ , fluidum nativum faciei exterioris hoc casu , quo phiala exterius solo aere circumdatur , non nisi in aerem ambientem disiici potest ; qui cum dein circumquaque abundet fluido , bracteolam excessu electricam repellet : hinc adparens in aere exterius ambiente homologa interiori electricitas reipsa effectus est electricitatis contrariæ in oppositis faciebus vitri. Si uncum huius phialæ tango , scintilla existit , qua omnis utrinque electricitas , quæ modica est , mox perit ; nam tactu fluidum demo interius , & circa uncum redundans ; hic

materiam faciei exteriori debitam in aerem urget, unde in locum suum redit, ut facies utraque habeat dosin nativam. Si phialam catenæ nexam aliquamdiu tango, ut fiat ex parte ad explosionem electrica: tum pergo electricitatem urgere in ipsam seiunctam exterius a corpore omni. tanto debilior est, quæ existit deinceps in aere exterius ambiente, electricitas homologa electricitati unci, quo diutius fuit phiala attrectata exterius, quia fluidum exterioris faciei disiectum est in manum, ac solum, & modica eius pars reliqua est, quæ in aerem ambientem disiiciatur. Si manum tum primum dimoveo, quando materia in faciem interiorem iniecta, & ab exteriore eiecta est tanta, quanta potest (sunt enim certi limites vis electricæ uti paullo post adnotabimus) exterior electricitas adparet nulla in aere; quia fluidum nativum faciei exterioris alio dilapsum est; nulla in facie exteriore, etsi reipsa sit negative electrica; quia fluidum interius redundans, quod vi sua materiam nativam disiecit ex facie exteriore, eadem vi sua facit, ne eius in facie exteriore defectus, & vacuitas sentiatur, id quod in istiusmodi experimentis vitrorum electricorum universe observandum est. Hæc vacuitas deprehenditur hoc modo: Si phiala ad explosionem electrica unco prehendatur: erumpet ex facie interiore materia tanta, quantam exteriori suppeditare potest ambiens aer; hic igitur exutus fluido suo bracteolas excessu electricas attrahet, repellet electricas defectu. Ex his generalis veluti lex huius anomaliæ adparentis concluditur: *Si electricitas aliqua exurgit in facie una laminæ cohibentis, dum facies opposita manet seiuncta* (isolata) *necesse est, in aere ambiente faciem oppositam, exurgere electricitatem illi ipsi proportionalem, & homologam, quæ in facie altera exurgit.* Unde ratio sequentium observationum derivatur: I. Si filorum fasciculus (quæ instar electrometri sunt) utrique conductori separato lagenæ batavæ aptatur, inter globi rotationem utrinque fila electrometri divaricantur. De electrometro conductoris interni positive electrici certa est ratio, & obvia; Sed cum vitrum exterius ponatur armatum, pars materiæ electricæ a superficie externa expulsa recipit se in armatu-

tu-

turam, & conductorem externum, vel in aerem ambientem: hinc ista per excessum fiunt electrica, ac fila recedunt, praesertim dum continuata rotatione nova semper e globo in lagenam succedit materia, ac proin ab extima facie nova in armaturam, conductorem externum, & aerem eiicitur II. Foliolum auri sub campana suspensum admoto tubo electrico versus eum accedit. Perperam inde inferebatur, materiam per vitrum transire. Nam cum in loco contactus tubi & campanae necessario materia quaedam colligatur, ex interiore superficie ea in aerem proxime ambientem expellitur, qui proinde electricus excessu foliolum attrahet. III. Conductor internus cum catena communicet, externus cum corporibus symperielectricis; tum onerata lagena separetur una cum conductore externo; admove globulum ex filo serico pendentem exterius vitro, aut conductori externo, is non movebit sese; quia; ut ante diximus, vis interioris fluidi efficit, ne eius in facie exteriore defectus persentiscatur: admoveatur idem conductori interno, a quo primum attractus mox repellitur: tum illico facta hac repulsione, quae electricitatem excessus prodit, admoveatur iterum exterius vitro: rapietur is velocissime versus faciem externam; educta enim parte fluidi ex facie interna par quantitas in externam ex aere redire debuit; hic igitur nativa quantitate spoliatus globulum excessu electricum attrahet. Si talis globulus prope faciem externam maneat suspensus: scintilla ex facie interna per digitum elicita mox globulus ad vitrum advolabit, idque iterato extracta scintilla iterato faciet ex adducta mox ratione.

§. CXXXIX.

Experimentum de coniunctione binarum laminarum electricae, & non Electricae. I. Sint binae laminae, A electrica, B non electrica. Binae facies oppositae in priore sint A B, & a b in posteriore M N, & m n. Lamina A in A B vestita, & recenter a catena electrica remota, inferiore facie a b nuda imponatur alterius non elelectricae faciei M N. Ab opposita huius facie m n

lineis decem distet circellus chartaceus iacens in abaco. Is non commovetur, attrectato autem indumento laminæ A continuo circellus emicat ex abaco, oscillatur, & circuit sub facie m n laminæ B. Hæc igitur, cum nullam antea habuerit electricitatem, nunc adepta est. Dum enim in A B excessus aliquis detrahitur per attrectationem, in a b detrahitur defectus, hoc est, a facie a b fluidi nativi pars ex M N facie contigua laminæ B hauritur: igitur hæc facies M N fit electrica defectu; & consequenter opposita m n electrica excessu; circellus igitur attollitur, & adhæret vi fluidi, quod in superficiem m n, versus quam attollitur, derivatur. II. Lamina A inducta in A B, ibidemque electrica a catena, inferiore facie a b nuda rite iungatur alteri non electricæ pariterque nudæ in M N, qua parte se contingunt, sed inferius in m n vestitæ; Siquis iam, dum indumentum in m n indice attrectat: indumentum A B contingat pollice, quatitur, & momento temporis lamina inferior acquirit electricitates earum dimidias, quas habet superior immissas a catena. Id ipsa ratio æquilibrii poscit, ut consideranti perspicuum est. Quod vero ob attrectationem velut momento temporis hic contingit, idem si laminæ sibi relinquantur, fit lente & successive. Nam III. Si laminæ eodem ut prius, statu ac modo coniungantur, cum facies a b fit electrica defectu, fluidum nativum ex M N lente (si nulla intercedit attrectatio) in eam se effundit; atque hinc ob defectum in M N nascentem fluidum extraneum lente affluit in faciem m n ad gignendum excessum æqualem defectui, qui oritur in M N: vicissim autem materia redundans in A B lente effluit ad minuendum excessum in ea ratione, qua defectus minuitur in a b. Durante hoc affluxu circellus chartaceus attolli & faciei m n adhærere debet: post huius fluidi motum decidet, cum a nulla iam præterfluente materia sustineatur ob illatam in laminam inferiorem electricitatem æqualem illi, quæ residua est in superiore. Si dein lamina superior semovetur ab inferiore, facies a b vindicans sibimet partem prioris electricitatis negativæ hoc est, fluidum in M N relinquens defectum in hac facie M N minorem facit excessu in m n hinc fluidum ea m n effluit ad

minuendum excessum illum; quo effluxu circellum denuo attrahi oportet, & adhærere. Nova dein faciei a b & M N coniunctione, brevi ad æqualitatem reducuntur defectus reliqui, quos eædem facies a b, & M N habent, pariterque excessus respondentes in A B, & m n; unde per coniunctionem iterum tollitur adhæsio circelli plerumque post aliquot minuta secunda; quo tempore restituitur æquilibrium; atque ita circellus alternatim assurgit inter disiungendum ad faciem m n, alternatim decidit inter coniungendum. Porro hæc effectio qua lamina cohibens, cum eius indumentum detrahitur, aut si ab alia disiungitur, electricitatem vi sua imminuit, aut eius partem recuperat, sibique vindicat, a Cl. BECCARIA dicta est *Electricitas vindex;* de qua plura differere angustiæ præfixæ vetant.

§. CXL.

Experimenta de campanulis. I. Sicut globulus subereus filo serico suspensus a corpore electrico primum attrahitur, moxque resilit, & vicinæ tenentis vesti adhæret; a quo rursus redit ad corpus electricum, iterumque recidit; dum alternatim vim electricam iam a campana recipit attractus, iam repulsus illam corpori deferenti communicat, & velut exonerat; sic malleolus metallicus inter duas campanulas ex filo serico suspendi solet, quarum altera separata, id est, filo pariter serico suspensa cum catena communicat, altera cum corporibus deferentibus; unde malleolus alternatim attractus & repulsus lusum iucundum efficit. II. Sint duo paria campanularum distinctis singula fulcris cum suo malleolo instructa; par unum cum catena seu conductore interno lagenæ, alterum cum externo & armatura exteriore vitri communicet. Si lagena cum utroque conductore separetur, globo rotato celeriter sonant campanulæ conductoris interni; at scintilla elicita mox tacent. Si vero conductor externus communicet cum corporibus simperielectricis diutius rotandus erit globus, quam antea, donec campanullæ; conductoris interni sonare incipiant: elicita ex eo scintilla, quiescunt campanulæ; at siquidem maior antea extitit vis electrica, incipient sponte sua iterum sonare, sed debilius: si iterum contin-

gatur conductor, iterum tacebunt; & rursus post moram sonabunt, idque per vices eo plures, quo diutius ante rotatus fuit globus. In primo casu lagena parum electricitatis, aut nihil recepit conductore externo separato: aqua vero & filum ferreum conductoris interni, cum vim electricam facile arripiant, mox eam ad campanulam propagabant; unde attractio malleoli, ac sonus statim oriri debuit; in altero casu cum lagena materiam electricam recipit, longiore tempore opus est, ut ea saturetur, fluido ex conductore in aquam, ex aqua in faciem interiorem lagenæ diffuso, & accumulato: Nec vero simplici contactu vis tota lagenæ extinguitur, cum vitrum, uti materiam difficilius recipit, ita receptam difficilius dimittit, utroque modo exerens maiorem resistentiam, quam metalla, aliave corpora symperielectrica. Revivifcit autem vis electrica post contactum velut sponte sua, & per seipsam; quod genus quoddam electricitatis vindicis, uti eam Cl. Beccaria adpellat, videtur esse; dum partem amissam sibi denuo vindicat. III. Adhuc otiosæ manebant conductoris externi campanulæ; Sed urgeatur eo, quo nunc diximus, modo electricitas in conductorem internum, & lagenam; sonabunt illius campanulæ: tum conductor externus separetur, & admoto digito ad conductorem internum huius campanulæ conticescent: at sonare incipient conductoris externi: tangatur iste, aut facies externa vitri; quiescent campanulæ externi, & sonare incipient conductoris interni: hunc si tangis, rursum tacebunt hæ, illæ sonabunt, & sic per vices decem, viginti, plures. Est igitur aliquid in superficie externa, quod nexum quendam habeat cum interna, & vicissim; facta enim per attrectationem quadam mutatione in una facie contingit & mutatio in altera. Puto, rem totam succedere in hunc modum. In primis ut campanulæ sonent cuiuscunque conductoris, necesse est, conductorem, quocum communicant, fieri electricum excessu, vel defectu. Si conductor externus post onerationem lagenæ non separatur, & attrectatur internus, tum ex hoc, tum ex aqua erumpit fluidum, & restituitur æquilibrium: quiescunt ergo campanulæ; sed quoniam interna facies lagenæ fluido abundat, aqua, & conductor internus

aliquam partem quamvis lente sensim attrahit, externa autem facies a conductore suo, aliisque corporibus tantundem haurit, ut imminuto excessu in facie externa minuatur defectus in externa; atque hoc modo reviviscet vis electrica conductoris interni, & redibit campanularum eiusdem sonus. Campanulæ conductoris externi non se movent hoc casu, quia is in statu suo est naturali. At si post onerationem is separetur, tum extracto per attrectationem interni fluido, per quod etiam interna facies lagenæ excessum suum minuit, necesse est, ut pars æqualis a facie externa attrahatur nempe ex ipso conductore externo separato: qui cum defectum supplere haud possit, fit negative electricus una cum campanula communicante. Hinc dum cessant priores, hæ commoventur. Si iam attrectetur conductor externus, redit ad statum nativum; & quoniam fluidum attactu immissum etiam versus externam faciem urgetur, & aqua cum interno conductore idem ex interna facie paullatim attrahunt, necesse est, ut campanulæ conductoris interni denuo electricæ fiant, & sonare incipiant, quiescentibus campanulis externi; sicque pervices obtinentur alterni campanularum sonitus donec in utraque facie lagenæ, & in conductore utroque restitutum sit æquilibrium.

Ex Phænomenis electricis sub sensum cadentibus, & quasdam etiam ad leges reductis coniecturæ quædam colligendæ sunt, quæ ad intimiorem naturæ cognitionem pertinent. Absit vero, ut ea, quæ deinceps dicturus sum de constitutione corporum electricorum, & ipsius atmosphæræ electricæ, de discrimine idioelectricorum, & symperielectricorum, de caussis physicis attractionis aliorumque phænomenorum, de natura fluidi electrici, & corporum viribus, quas in illud fluidum exerunt, pro certis & indubitatis veritatibus haberi velim. fortassis nimis pauca adhuc phænomena innotuerunt, de hac re quam ut theoria quædam tuto condi possit. Præcipitantia condendi systemata, & caussas remotiores assignandi nimium quantum officit progressibus philosophiæ, & segnes nos reddit in explorandis naturæ arcanis, cum eam nobis opinionem ingerat, rem totam nobis exploratam, penitusque cognitam iam esse. Quapropter

quæ

quæ dicenda sunt hoc loco, ea non nisi pro coniecturis Physicis *habere me profiteor.*

§. CXLI.

Coniecturæ De Constitutione Corporum Relate Ad Electricitatem.

Quæstio I. *Quænam est generatim constitutio interna corporum, ob quam actu electrica fieri possint?* R. Superficies externa corporis cuiusvis, & superficies singularum molecularum, inter quas vacui meatus dantur, circumfusæ sunt fluido electrico ad aliquam altitudinem in statu iam nativo corporum, etsi actu non sint electrica. 2. Singula corpora, & singulæ eorum moleculæ resistunt tum subductioni fluidi nativi, quo gaudent, tum adiunctioni novi fluidi, quibuscunque demum a viribus internis corporum oriatur ea resistentia. 3. Alia corpora adiunctioni novi fluidi, aut subductioni nativi magis resistunt, alia minus resistunt. 4. Sunt limites quidam, ultra quos nec augeri id fluidum in corporibus, nec diminui potest. Si status naturalis corporis est immutatus fluido in illo vel accumulato, vel infra dosin nativam imminuto, semper resistentia exeritur in reducendo statu naturali eius corporis; quæ resistentia varia est pro corporum, & varii generis adiunctorum varietate. 6. Ea restitutio corporis in statum naturalem non fit sine adminiculo externo vel per sese occurente, vel industria nostra oblato. Hæc quidem ex diligente phœnomenorum consideratione de constitutione corporum relate ad electricitatem generatim videntur concludi posse. Sed singula, quæ modo asseruimus, expendenda sunt.

I. *De fluido electrico superficies omnium corporum, & molecularum ambiente.* Per frictionem excitatur id fluidum in corporibus idioelectricis, & communicatur symperielectricis: ex machina separata, si electrica fiat, id magnam partem admoto corpore deferente extrahitur; igitur id in corpore idioelectrico præsto est. Machina separata, & electrica post repetitas extractiones fluidi nullum porro indicium edit, ut fluido

do suo, quantum fieri potest, exspolietur: si vero machina communicet cum corporibus symperielectricis, nunquam exhauritur, quia ex his aliud fluidum succedit: ergo in corporibus quoque symperielectricis id fluidum præsto est. Si porro scindantur corpora in lamellas tenues, æque indicia electricitatis edunt: aqua a fluido electrico dispérgitur in guttas: in his pariter indicia electricitatis observantur, si in laminam cohibentem incidant: igitur hoc fluidum non modo externam corporum superficiem ambit: sed circa moleculas, in quibus vacui meatus eidem locum relinquunt, circumfunditur.

II. *De resistentia, quam corpora exerunt in adiunctione novi, vel subductione nativi fluidi.* *In corporibus idioelectricis* ea resistentia satis manifesta est; neque enim e. g. vitrum fit electricum, & admoto digito fluidi partem dimittit, nisi adhibita vi quadam frictionis: quantum vero dimittit, tantundem si potest, ex symperielectricis recipit: eadem corpora adhibita ad aliud actu electricum ægre admodum ultra dosin nativam aliud fluidum arripiunt, imo propagationem sistunt. In corporibus symperielectricis pauci admodum Philosophi resistentiam quandam, aut difficultatem augendi fluidum nativum, vel dimittendi agnoscunt. Alii eadem statuunt quodam modo indifferentia ad maiorem, vel minorem fluidi copiam continendam: alii cum aviditate etiam fluidum electricum ab illis excipi, & citra difficultatem dimitti censent. Sed opinor, eam indifferentiam, & aviditatem duntaxat *relativam* esse, spectatis nimirum corporibus idioelectricis, in quibus resistentia multo maior, multoque apertius deprehenditur. Sit tubus vitreus in bina crura æqualia inflexus: impleatur magnam partem mercurio: postea inversi utrumque crus immittatur vasculo: habebitur parte superiore circa curvaturam spatium aere vacuum: si ex catena electrica in alterutrum vasculum derivetur fluidum, ex crure eius vasculi per columnam mercurii torrens lucidus in spatium vacuum erumpit, & in columnam cruris alterius ingreditur: ea lux in transitu per spatium vacuum æque densa cernitur; at circa superficiem mercurii in crure altero multo clarior, ac

proin

proin densior adparet: hæc densitas ex resistentia, quæ in superficie mercurii exeritur, provenit, tantumque increscit, donec a fluido magis accumulato vincatur: idem observatur circa superficiem cruris prioris, si torrens lucidus ex altero crure in illam transeat, aut si inducitur electricitas negativa. Quapropter recte conficitur, fluidum etiam in corporibus symperielectricis, quale est mercurius, resistentiam quandam sentire. Istud experimentum extat in Trans. Vol. 47. p. 370. Hæc resistentia quæ ingressui, & accumulationi fluidi opponitur, ab ipso fluido corporum & molecularum superficies obsidente videtur proficisci. Fortassis hæc resistentia, quam corpora excessui, & defectui fluidi electrici opponunt, eiusdem rationis & indolis est, eandemque caussam habet, ac illa resistentia, quam radii lucis tum in ingressu in vitrum, tum in egressu sentiunt, & ob quam eadem celeritate reflectuntur radii, qua ingredi in vitrum, vel egredi conantur, certe ob resistentiam quandam ingens copia radiorum in superficiebus vitri reflectitur; qua quidem remota iidem libere permearent, ac observavit Newtonus, eam resistentiam iam ante exeri in lucis radios, quam ipsam vitri, qua ingrediuntur, vel egrediuntur, superficiem attingant. Certe vitrum, uti mox dicemus, in statu etiam naturali fluidum electricum magna copia, & tenacitate circumfusum tenet præsertim circa superficies extimas, & primas lamellas, in quibus illud etiam ab aere cohibetur, & ex omni parte affluit: Si vero electricum ponitur excessu, vel defectu, utroque casu atmosphæram circa superficiem maxime externam corporum a fluido efformari constat.

III. *De varietate resistentiæ, quam alia atque alia corpora in fluido nativo accumulando, vel subducendo exerunt.* Resistentia maxima exeritur a vitro, cera, resina, sulfure, aliisque id genus, quæ vocantur idioelectrica, si satis crassa sint; item a serico, capillis, si sint satis longa eorum stamina. Vitrum enim difficillime fit electricum, & nisi in altera eius facie tantumdem fluidi depellatur, quantum in una congeritur, omnino electricum non fit; Nihilominus dici potest, vitrum quoque per communicationem fieri posse ele-

ctri-

ctricum, sed ita, ut materia collecta maneat in ea superficiei parte, qua proxime recipitur; Francklinus laminis vitreis utraque parte adplicuit plumbeas; his inducta in vitrum electricitate dein remotis, ex iis maxime vitri partibus,quibus plumbum ante adhæsit arctius, scintillas, & iterato quidem ex iisdem elicuit: in aliis vero, quæ a plumbo non contingebantur, nullum indicium deprehendit. Si onerata lagena conductor internus eximitur, ac tum externus admoveatur aquæ, fit displosio; imo si effusa priore aqua infunditur nova ex fonte, hæc non secus, ac altera, scintillam edit. Igitur vis electrica per communicationem ex catena inducta in ipsa superficie sive primis eius lamellis insidet. Et quoniam ex resina quoque, pice, colophonio, cera & similibus corporibus tabulæ efformari similitudine vitrearum possunt, quæ similes effectus edunt, patet, quæ de vitro dicta sunt, ad alia quoque corpora idioelectrica posse extendi: hæc tamen omnia difficilius induunt vim electricam, sive magis resistunt excessui, & defectui fluidi electrici, non aliam, ut opinor, ob caussam, quam quod fluidum nativum densiorem in his, quam aliis corporibus symperielectricis, atmosphæram formet, & arctius adhærentem superficiebus. Certe vitrum, cera, pix, resina imo & adamas, si certum caloris gradum acquisierunt, eadem facilitate, ac ferrum & alia metalla fiunt electrica, eamque vim propagant; nempe calor omnia corpora rarefacit, fluida æque, ac solida; fluidum autem quodcunque si rarefit, minus resistit, ac ante: calore igitur atmosphæra fluidi nativi, quæ vitri superficiem ambit, rarefit, vimque suam singularem amittit; quo magis dein iterum, frigescit vitrum, eo magis resistere fluido electrico animadvertitur. Quamobrem admodum verisimile est, resistentiam, quam corpora maxime idioelectrica exerunt, ab eorum densiore atmosphæra provenire; eadem fortassis in caussa est, cur, si vitrum convexum, & planum sibi imponantur, nunquam earum superficies se penitus contingant, nisi singulari adhibita vi mutuo comprimantur, uti Newtonus observavit. Cera & corpora resinosa, etsi magis, quam metalla resistant fluido ele-

ctrico, tamen cum multo citius ac facilius vitro incalescant, etiam citius resistere desinunt. Sed post vitrum vi electricæ maxime aer videtur resistere, si satis purus sit, neque vaporibus, & exhalationibus abundet; vel admodum sit rarus; certe nisi aer ad corpora cohibentia & idioelectrica pertineret, vis corporum electricorum, quæ undique ab aere ambiuntur, cito extingueretur, haud aliter ac per contactum corporum symperielectricorum; hinc vis electrica citius disparet in aere humido, quam sicco; nec ea admodum longo tempore in corporibus conservari potest, quia aer nunquam non variis heterogeneis particulis oppletus est, in quas abundans materia paulatim derivatur. Idem aer, cum effluvio electrico obsistat, facit, ut materia effluens circa corpus electrisatum diffundatur, & atmosphæram constituat. Intra tubum aere vacuum lux electrica liberius, & maiore spatio diffunditur. Laminæ vitreæ indumentis metallicis vestiuntur, quia ab his accessui, vel recessui fluidi minus resistitur, quam ab aere superficiem vitri ambiente, & tenaciter premente. Nihilominus vinci quodam gradu posse aeris resistentiam supra ostendimus. Denique in regno minerali, & fossili, in vegetabili, animali minima deprehenditur resistentia in fluidi electrici accessum, vel decessum, exercita. Est tamen etiam in his quædam resistentia, & maior quidem si superficies eiusmodi corporum valde politæ sint, & latius extendantur ea parte, ubi vis electrica adplicatur, quam si sint asperæ, & perexiguæ, aut si vi electricæ oponantur cuspides, & anguli corporum; hac enim via celeriter & ingreditur fluidum, & si abundat, diffluit.

IV. *De limitibus vis electricæ positivæ, & negativæ.* Si vis electrica in laminam vitream inducitur, ingressum fluidi in unam faciem, & egressum ex facie altera produnt scintillæ ex catena hinc irrumpentes in vitrum, inde ex vitro erumpentes versus digitum quodam spatio distantem: eæ scintillæ paulatim cessant, ut supra adnotavimus. Id claro indicio est, vim electricam laminæ suos limites attigisse; nec vero ulterior machinæ usus quidquam deinceps efficiet,

nisi

nisi ut aer circumpositus inordinata fluidi ex catena eruptione turbetur. Si catena; in quam ex globo fluidum dimanat, in cuspidem desinat, post continuatam globi rotationem denique fasces radiosos per cuspidem emittit; ii indicio sunt, catenam ultra eum limitem maiore vi onerari haud posse; quod praeterea infunditur, diffluet ea maxime parte, ubi minor est resistentia, nempe circa cuspides, uti paullo ante diximus; tum quod in iis materia in angustius coacta spatium magis constipetur, tum quod ibi materia arctata minus aeris volumen sibi oppositum facilius disiicere valet, ac penetrare. Igitur dubium esse haud potest; quin corpora electrisata non nisi determinatam quantitatem fluidi electrici & recipiant, & dimittant; crescente enim in vitro defectu materiae in facie una excessus in altera crescere debeberet; cumque haec materia maxime adhaereat superficiebus corporum, & molecularum, haud fieri posse arbitror, ut corpus quoddam eadem penitus privetur.

V. *De resistentia, quae exeritur in reducendo statu naturali corporum.* Cum phoenomena electrica a turbato aequilibrio huius fluidi pendeant, videtur, reductio status naturalis citra resistentiam, si possit, fieri debere, cum praesertim fluida sponte ad aequilibrium se componant. At enim si recte expendantur omnia, in ipso reducendo statu naturali deprehenditur quaedam resistentia. Nam etsi maxima sit fluidi celeritas; tamen per quemvis contactum non extinguitur omnis vis electrica catenae: corpora negative electrica atmosphaeram circa se habent, quin materia eam efformans mox redeat in corpus, cui debita est: lamina electrica separata ab altera, quae primo non electrica erat, vindicat sibi in disiunctione partem electricitatis negativae antea amissam. Ex quibus videtur colligi posse, hanc; de qua in praesenti agimus, resistentiam non modo ab aliis corporibus admotis provenire, sed ab ipso corpore electrico per excessum, vel defectum. Solers naturae explorator fortassis multa alia huius resistentiae indicia, multosque illius effectus deprehendet.

IV. *De adminiculis extraneis, per quae corpus ele-*

ctricum statum naturalem recuperat. Si corpora electrica resistentiam exerunt in recuperando statu suo naturali, quæ a viribus internis corporis aut ipsius fluidi proficiscitur, consequens est, ut reductio status naturalis sine adminiculo externo non fiat, nisi in ipso motu, ant situ fluidi fortassis mutatio quædam paulatim contingat, ob quam dein status naturalis velut sua sponte recuperetur. Phænomena satis generatim docent, semper adminiculum quoddam extraneum præsto esse, cum ea restitutio contingit. Pertica ferrea, posteaquam vim electricam recepit sat copiosam, imposita filis sericis, siccis & mundis, ac longioribus, & aere sicco circumdata, satisque distans ab aliis corporibus minus resistentibus sat longo tempore eandem conservat; si corpus electricum rite separatum sibi penitus relinquitur, semper aer ambiens, variæque partes heterogeneæ adsunt, per quas restitutio status naturalis paulatim fieri intelligatur.

Adparet, multas hoc loco conjecturas, incertasque opiniones esse indicatas. At enim satius est, caute dubitare, recteque suspicari, quam de rebus parum cognitis & exploratis temere pronunciare sententiam.

§. CXLII.

Coniecturæ De Indole, Et Natura Fluidi Electrici.

Quæstio II. *Quæ sunt proprietates illæ & adfectiones fluidi electrici, ex quibus de eius natura, & indole fieri coniectura queat?* R *primo*, Hoc fluidum admodum subtile est: nam metalla libere pervadit, ac celeriter, quæ sunt corpora valde compacta. Supra diximus, vim electricam per catenam quingentorum pedum intra $\frac{1}{2}''$ propagari. Hæc propagatio duplici modo contingere potest *rapidissimo refluxu materiæ* ex tubo vel globo electrico in catenam, sic ut primo materiæ effluentis portio mox per totam catenam dispensetur; unde & primi effectus vis electricæ satis exigui sunt, attractiones debiles, scintillæ, mini-

nimæ; dein *concitatione materiæ in catena iam ante contentæ*, ut materia ex globo primum erumpens fluidum nativum catenæ concitet, turbet, & expandat; nam *Secundo* fluidum electricum valde elasticum est, quatenus ingenti vi se expandendi gaudet, si æquilibrium eiusdem quaqua ratione perturbatur; Si plures se se expandendi vias nanciscitur, eodem tempore, non via brevissima progreditur, sed ubi minima est resistentia. Si pro conductore externo lagenæ batavæ sumitur catenula, cuius annuli citra tensionem catenæ laxi inter se iacent in mensa, & manu altera ad faciem externam adhibita, catenulæ extremitas admovetur ad conductorem internum, fluidum sese exonerans per manum, totumque hominem transit: tensa vero catena vel adhibito filo ferreo continuo, hac via pergit illæso homine. *Tertio*: Hoc fluidum motus intestinos ciet in corporibus, vel potius auget: lucis radios eiicit; partes sulfureas & volatiles in corporibus latitantes expellit, uti ex odore patet. Observatum præterea est, vi electrica evaporationem promoveri; & quamvis tum lucis, tum caloris materiam secum vehat; tamen nec pura materia luminis, nec pura caloris dici potest; nec eodem, ut lumen & calor, modo propagatur, quippe tardius lumine, & citius calore; differt igitur ab utraque, quamvis instar materiæ caloris æquilibrium affectare videatur; corpus enim abundans materia electrica, eam in aliud transfundit, & ex æquo partitur, ut eadem vi polleant ambo, si separata sint; Nec id duntaxat in corporibus symperielectricis fit, sed, quamvis lente, etiam in laminis vitreis sibi impositis (§. CXXXIX.) Nec maiore ratione hæc materia *ignis* dici potest, quam aer sonus. Uti enim sonus existit, si aer certo ac regulari motu concitatur, ex quo, si in organo fit sufficiens impressio, ea in animo preceptio consequitur, cui nomen soni imponimus; sic fluidum istuc in se spectatum haud ignis est, nisi & certo motu concitetur, & aliis præterea misceatur materiis heterogeneis, uti cum aere, & partibus propriis corporum, maxime sulfureis, & volatilibus, ac ipsis etiam particulis efficiendæ impressioni lucis maxime idoneis. Cæterum cum ubique

copiose diffusa sit materia electrica; & corporum, ac molecularum superficies cingat, quarum aliæ humidæ terreæ vel mercuriales sunt ex natura sua symperielectricæ, aliæ sulfureæ & pingues idioelectricæ, dubium esse haud potest, quin plurima corpora præsertim vegetabilia, & animalia perpetuo fere mutationem quandam subeant, & nunc electrica excessu, nunc defectu existant; necdum enim omnes modi, quibus excitari electricitas potest, explorati sunt; ex hac autem electricitate naturali, & insensibili corporum plurimas operationes arcanas peragi in natura admodum veri simile est: hinc fortassis animalium motus interni oriuntur, ex quibus dein nunc mutuæ appetitiones, nunc aversationes existunt: hinc alimenta digeri succus plantarum distribui &c. quæque sunt istius generis infinita probabiliter possunt. In atmosphæra telluris electricitatem excitari veluti sua sponte sine artificio hominum paullo post ostendemus. Similes electricitates exiguo quodam & insensibili gradu in corporibus particularibus identidem excitari suspicor; uti enim per superficiem universæ telluris, eiusque atmosphæram immensa huius fluidi copia diffusa est; ita particularia corpora eodem liberaliter imbuta, simulque circumfusa sunt: eadem copiosum aerem, cui id fluidum maxime adhæret, continent, & partibus constant diversi generis, uti atmosphæra telluris. Nemo sapientum sibi persuadebit, hanc materiam a providentissimo conditore frustra, aut duntaxat delectandi hominum oculos caussa in experimentis electricis tam liberaliter, certisque legibus per tellurem nostram, eiusque atmosphæram & quævis particularia corpora dispersam esse.

§. CXLIII.

Coniecturæ De Differentia Corporum Symperielectricorum, Et Idioelectricorum.

Quæstio III. *Unde fit, ut vitrum, aliaque id genus corpora, quæ idioelectrica dicimus, frictione, tunsione aut caloris certo gradu fiant electrica: globus au-*

autem ferreus, eaque corpora, quæ vocantur symperielectrica, nulla frictione, percussione, calore, sed sola communicatione induant vim electricam? R. differentia corporum origine, aut communicatione electricorum proxime & immediate ex diversitate atmosphæræ, quam fluidum nativum circa superficies corporum & molecularum format, proficisci videtur. In idioelectricis ea atmosphæra densior est, & tenacius adhæret superficiebus: in symperielectricis rarior, facilius mobilis, & cum nova materia commiscenda: nam etiam prioris generis corpora inducto certo caloris gradu, quo ea atmosphæra necessario rarefit, vel si vis electrica adiuvetur per armaturas remoto ex superficiebus aere, per communicationem fiunt idioelectrica: idem usuvenit, si humectentur, ut per humorem ceu armaturam quandam adiuvetur vis electrica irrumpens, aut certe status prioris atmosphæræ mutetur; & vicissim cum lignum viride sit symperielectricum, expulso humore redditur idioelectricum. Porro constans diversitas atmosphærarum fluidi nativi in hisce corporibus non nisi a compositione virium internarum, quas primigeniæ partes exerunt, videtur repeti posse: ob eandem fit, ut idioelectrica semper definitam materiæ electricæ quantitatem contineant, nihil ut addi possit ex una parte, quin tantundem detrahatur ex altera. Vices autem virium illarum attrahentium & repellentium examinare hoc loco, aut intervalla metiri velle, adquæ eædem pertinent, supervacaneum puto, & nimis hypotheticum, neque ad progressum faciendum in cognitione huius partis Physicæ ullo pacto necessarium. Non est autem prætereundum discrimen, quod inter ipsa corpora idioelectrica deprehenditur; alia est enim electricitas *vitrea*, seu a vitro orta; alia resinosa, quæ per resinam, sulfur, gummmata, ceram &c. inducitur. Jam olim Cl. Du Fay Academicus Parisinus observavit, corpora per globum sulfureum electrisata attrahi a corporibus electrisatis a vitro: contra bina corpora, quorum utrumque a vitro, vel utrumque a sulfure electricum est, sese repellere. Nempe resinosa & sulfurea cum frictione statim incalescant, & nimis emolliantur, liberiorem materiæ nativæ exitum relinquunt, eamque ex

aliis etiam corporibus quadammodo exsugunt; unde & habent ipsa, & in alia inducunt electricitatem negativam: vitrum autem & fit, & catenam facit positive electricam. Porro corpora, quorum utrumque electricum est per excessum, vel utrumque electricum per defectum, sese repellere: ea autem, quorum unum positive electricum est, alterum negative, sese attrahere supra ostensum est.

§. CXLIV.

Conjecturae de Caussis Physicis effectuum electricorum.

Quaestio IV. *Attractio & repulsio, quam corpora electrica exerunt, fitne impulsu, & ex caussa mechanica, an viribus internis mutuis? unde scintillae, flocci, odor, succussio, crepitus efficiuntur?* R. Etsi diversitas atmosphaerae fluidi nativi in diversis corporibus, ac definita eius quantitas, quam nonnulla constanter obtinent, praeterea aequllibrium, quod fluidum adfectare cernitur, sine viribus internis partium primigeniarum corporis & ipsius fluidi intelligi haud possit; tamen ipsi effectus electricitatis proxime & immediate ab actione mechanica fluidi videntur pendere, praesertim cum attractio & repulsio ad maius intervallum sese extendat, quam quae ad vires in distantiis minimis agentes referri queat. *Attractio* hoc fortassis modo fit: Atmosphaera corporis electrici circa ipsam eius superficiem externam rarior est; inde ad aliquod intervallum crescit, seu condensatur, donec ab aere vel fluido ambiente cohibeatur; corpus igitur negative electricum, vel in statu naturali constitutum, si in atmosphaeram hanc imergatur, cum a tergo prematur fluido densiore, ad superficiem corporis electrici, ubi minor est densitas, accedet. Quomodo repulsio contingat inter bina electrica seuper excessum seu per defectum, indicatum est. §. CXXXVII. Siquod corpus levius, uti foliolum auri, aequis & oppositis viribus materiae electricae premitur, in medio citra motum haerebit. Fortassis etiam aer inter superficiem corporis electrici, & exti-

extimam atmosphæræ eiusdem partem extenuatur a fluido electrico, ut dein alter a tergo corpora leviora urgeat, etsi ab eodem unica recessus & accessus caussa repeti haud possit. Si foliolo electrico adpropinquat digitus, vel aliud corpus gravius non electricum, illud attrahetur; nam fluido inter digitum & foliolum interiecto in digitum irruente, alterum, quod in opposita folioli facie est, necessario ad accessum determinabit. Odoris perceptio, uti etiam saporis, quem non nulli in corporibus electricis animadvertisse sibi visi sunt, a particulis propriis corporum electricorum a fluido turbato avulsis, vel eiectis & avectis oritur. Sonus sine dubio ex fluidi cum aere collisione celeri & vehementi proficiscitur. Lux electrica ex condensatione fluidi electrici, mutuisque particularum viribus consequitur: hinc enim moleculæ tenues vel attenuatæ ea celeritate exploduntur, quæ ad organum visus afficiendum necessaria est. Condensatio autem fluidi fit maxime circa apices & angulos corporum electricorum, ubi materia vi expansiva pollens in arctum spatium redigitur; item si corpora in diverso statu constituta coniunguntur; ubi mutuo occursu materiæ æquilibrium affectantis condensatio quædam fieri, & scintilla existere debet.



CAPUT X.

De Electricitate Naturali.

Quae de Electricitate naturali & insensibili corporum dicta nunc sunt, ea magnopere confirmantur ex indiciis electricitatis atmosphaericae, quae pariter naturalis est, sive citra nostram industriam excitatur, sed ob vim copiosam materiae electricae, & vastitatem nubium, montium, ipsiusque globi terraquei, aut corporum in superficie terrae positorum, circa quae ea electricitas exercetur maxime in sensus cadit, & stupendos effectus edit. In corporibus particularibus regni vegetabilis, mineralis & animalis, quae ipsa quoque atmosphaeras habent, aliaque idonea ad operationes electricas, occultis tacitisque naturae actionibus peragi censemus id, quod tanto strepitu & vi observamus in globo terrae, eiusque atmosphaera.

§. CXLV.

Propositio. *In atmosphaera telluris saepe electricitas est quaedam naturalis.* Probatur

I. *Ex indiciis electricitatis.* Sit pertica ferrea in cuspidem desinens, loco editiore exposita libero aeri, & separata a corporibus symperielectricis. Hanc sponte sua saepe fieri electricam, praesertim aestivo tempore, si nubes fulminibus graves imminent, docent solita indicia vis electricae, ceu repulsio filorum & globulorum ex ea pendentium, attractio aliorum in statu naturali constitutorum, scintillae, flocci ex cuspide erumpentes. Vim electricam ex atmosphaera in perticam separatam, ceu ex machina in catenam influere hisce casibus manifestum est.

II. *Ex cervo aut dracone volante.* Solertissimus naturae explorator Beccaria supra duos bacillos ligneos in formam crucis compactos telam lineam extendit: uni angulo annexuit caudam, reliquis tribus funiculos, quos cum alio funiculo regulatore in centro crucis affixo iungebat: regulatori duo fila argentea inaurata intexuit. Cum his communicabat filum crassius metallinum ex cymbalo, quod ultra angulum, qui caput cervi repraesentabat, prominebat. Vento op-

op-

portuno dum in altum levabatur draco, funiculi extremitati iungebatur alius funiculus fericeus, quo feparabatur machina a corporibus fymperielectricis. Obfervationes potiffimum erant hæ: tribus cæli conditionibus ait, fe aut nulla aut valde debilia electricitatis indicia notaffe, primo cælo fereno, fimulque vento valde ficco & vehementiffimo; dein fi cælum undique nubibus tectum erat, fed maxima in altitudine confiftentibus; dein cælo valde humido, neque tamen pluente. Aliis vero temporibus etiam maxime pluviis, & ventis flantibus contrariis electricitatem valde notabilem, qua fcintillis erumpentibus brachia pedesque cum pectore concuterentur deprehendit. Electricitatem negativam a pofitiva difcernebat per bacillum e cera hifpanica, quem manui affrictum admovebat filis; attractio filorum fignum erat atmofphæram effe negative electricam; cera enim refinofa per frictionem fit electrica defectu: repulfio indicabat negativam electricitatem atmofphæræ. Refert & cl. HARTMANNUS facto hoc tentamine fæpe penicillos lucidos, longos, ac denfos ingenti vi erupiffe, & in fubiectam tellurem irruiffe cum impetu.

III. *Ex analogia tempeftatis fulmineæ, & electricitatis artificialis per machinam excitatæ.* Adhibita machina ex apicibus corporum lux emicat, fcintillæ urentes erumpunt in admotum digitum: exonerata lagena vivax flamma cum infigni ftrepitu fe prodit. Hisce indiciis fulgur, tonitru, fulmen, quæ in atmofphæra telluris deprehenduntur, maiora funt quidem, fed fimilia. Si binæ nubes diverfo electricitatis gradu præditæ ad fefe, vel montium iuga accedunt, fulgur emicabit: ac fi materia electrica parum condenfata fuerit, vel liberiorem exitum inveniat, uti fi nubes in fuperiore regione cingantur aere rariore, *corufcatio* exiftet, id eft, fulgur fine tonitru, uti fit in apicibus, vel angulis corporum electricorum, ubi non nifi tenuis fibilus percipitur. Si vero materia denfior e nube pofitive electrica irruit in negative electricam, uti fit ex exonerata lagena, vel fi ex nube in terram aut ex terra in nubem irruit, & maiorem refiftentiam fentit ob denfiorem, & fortaffis etiam per ventos accumulatum aerem, is facta inflammatione imma-

mani vi expansus & circumquaque retentus tonitru efficiet, seu fragorem, qui e nubibus aut montium iugis repercussus saepe diutius durat. Fulmen aliud non est, quam materiae electricae, aliarumque partium quae agglomerantur, condensantur, repentina explosio. Dum enim materia densior, & per corpora symperielectrica celerrime decurrens adiunctis aliis particulis in glomerem ignitum colligitur, is obiecto obstaculo ceu corpore idioelectrico, aut facta per vehementem motum, & internam fermentationem accensione, repente exploditur, & in plures saepe minores glomeres disiicitur. Sicut autem lux electricitatis artificialis in charta vel tabula parergis aureis signata, aut in catena metallica, cuius annuli diverso situ iacent, per sinuosos flexus discurrit; sic ignis fulmineus pro varia positione corporum, per quae facilius propagatur, aut materia per lineas varie flexas dispersae deorsum, sursum, ad latera propagatur. Exhalationes inflammabiles in atmosphaera dispersae facta accensione lucem exhibebunt hac illac per ductus serpentinos emicantem, uti fit accenso pulvere pyrio secundum varias lineas disseminato; testis huius rei est odor sulfureus fulminis, eique similis, qui in electricitate per machinam percipitur. Sicut autem materia electrica prae caeteris corporibus sequitur metalla ceu ferrum, aurum; ita & fulmen, si eiusmodi metallum tangit, non ante dimittit, nisi totum percurrerit; id observatur in regulis inauratis tabularum, in filis ferreis, quae ex horologiis in turribus pendent. Nihil frequentius, quam ut praealtae turres, proceraeque arbores tangantur fulmine; perinde ac materia electrica ex cuspidatis corporibus maxime erumpit, vel in ea citissime irruit. Fulmen metalla fundit; idemque per lagenam batavam effici potest. Inter duas lamellas vitreas politas ponatur fasciola auri vel metalli lamellati, ita, ut in utraque extremitate aliquantum promineat. Lamellae filo serico colligentur, atque in hunc modum si una extremitas fasciolae conductori externo, altera interno admoveatur, elicito quodam fulmine liquescet aurum, & vitro non nunquam ita adhaerebit, ut teste Franklino nec aqua regia extrahi queat; qui idem fila metallica, & acus li-

liquefecit, imo easdem etiam magneticas reddidit; uti id a fulmine sæpe fieri compertum est; certe testatur Musschenbrœckius, nullum sibi fuisse magnetem, qui virtute æquasset frustum crucis ferreæ e turri quadam prælta vi fulminis deiectæ; denique sicut fulmine, ita pariter ictu electrico animalia nonnunquam enecantur, moxque rigent. Nihil igitur ad perfectam analogiam inter tempestates fulmineas, & vires electricas arte excitatas deesse videtur.

Quæritur nunc, unde electricitas atmosphæræ habeatur, ab aere, an a terra? an solæ nubes electricæ sint, an & ipse aer electricus fieri queat; & qua ratione vis electrica in atmosphæra excitetur. Jam olim Desagulierius suspicabatur, aerem actu esse & semper electricum, eiusque particulas ... nimas se invicem repellere ea vi electrica: ab iisdem autem attrahi aquam; quo quidem modo elevationem vaporum explicare conabatur. Franklinus primo putabat, vapores distinguendos esse in marinos, & terrestres; continuo enim aquæ & salis attritu electricitatem excitari, & vapores per eam eiici existimabat. Eidem electricitati tribuebat lumen undarum maris noctu frequenter comparens, quod alii quibusdam in locis vermiculis, aut pisciculis lucentibus deberi autumant. quare marinos vapores dicebat electricos terrestres vero non electricos. Eiusmodi dein vapores in nubes collecti, quando vel inter se colliduntur, vel montibus, impinguntur, aut ventis transportati aliis occurrunt, materiam nunc effundunt, nunc eliciunt, sicque coruscationes, fulgura, fulmina progignunt. Verum sententiam suam mutavit Franklinus; neque enim per solam agitationem aquæ marinæ electricitatem excitari, neque vaporibus e terra surgentibus eam denegari posse perspexit. Ac ipsum etiam aerem frequentissime esse electricum, eamque non minus recipere quam cum aliis corporibus communicare posse, patet ex aere faciem externam lagenæ batavæ ambiente (§. CXXXVIII.) ex dracone volante, de quo dictum est supra (§. CXLV.) aliisque experimentis a cl. Beccaria institutis. Reliquum est, ut investigetur, quomodo vis electrica excitetur in atmosphæra.

§. CXLVI.

§. CXLVI.

Propositio II. *Electricitas atmosphæræ non uno modo excitari potest;* Probatur. Constat, quædam corpora, uti magnes, marmor non nisi calore fieri electrica: præterea experimur, æstivos calores maxime a fulmineis tempestatibus excipi; cur idem in tellure, eiusque atmosphæra fieri non possit? præsertim cum tempore æstivo maior copia materiæ sulfureæ exhaletur, quæ variis motibus agitata, & multiplici frictione collisa fermentari, incalescere, & vim electricam induere debeat. Dein quoniam corpora libero aeri exposita, & separata, uti pertica ferrea, draco volans &c. nunc excessu, nunc defectu electrica fiunt, vicissitudo electricitatis positivæ, & negativæ manifesto adparet, ut adeo nunc tellus, nunc atmosphæra fluido electrico abundare debeat. Hinc confici potest, continuam dari huius materiæ per tellurem, & atmosphæram circulationem; certe spectata multiplici exhalatione corporum terrestrium, & constante evaporatione fluidorum, quarum particularum aliæ excessu, aliæ defectu electricæ sunt, necessario consequi debet, ut atmosphæra quodam loco abundet eo fluido, alio deficiat, & aer materiam electricam nunc hauriat ex iis particulis, nunc cum iisdem communicet. Inde ratio habetur, cur teste experientia non raro præsertim post pluvias electricitas positiva in negativam abeat, cum aer sese exonerans materiam electricam antea ex ipsis vaporibus forsan hauserat. Fortassis alii suppetunt modi, quibus electricitas actu excitatur, quos quidem solerti observationum studio comperiet posterior ætas. Per ventum, quem in auxilium non nulli advocarant, nubes quidem iam antea electricæ inter se, vel cum montium iugis, aliisve corporibus collidi possunt, uti materiam electricam modo effundere, modo attrahere cogantur; at quomodo vis electrica excitetur, non satis adparet, præsertim cum venti nec tempore hiberno desint.

§. CXLVII.

§. CXLVII.

Corollarium. I. Ex cognita electricitate naturali Franchlinius primus velut practicum corollarium deduxit usibus vitæ adcommodatum, ac modum tradidit, quo fulmina a tectis domorum & fastigiis navium averterentur, cum enim materiam electricam, & fulmineam metalla maxime sequi, ac per cuspides potissimum attrahi nosset, prææltas perticas ferreas fastigiis ædificiorum præfigendas censuit, quibus ea materia exciperetur e nubibus. Per hasce perticas didicit, nubes non modo positive; sed alias, & quidem frequentius negative electricas esse; alii vero intra temporis spatium haud ita magnum, quo tempestas pertransiit, experti sunt per vices transire nubes electricas nunc excessu, nunc defectu. Verum utcunque ista se habeant, certo compertum est, perticam ab atmosphæra incumbente fieri electricam, eandemque excipere posse fulmen e nube positive electrica; quapropter nisi materia fulminea exitum habeat innoxium, plus damni aut periculi adferet pertica, quam utilitatis; si enim ea materia viam invenit interruptam, non modo in scintillas erumpit sed in proxima corpora cum displosione se coniicit. Ad avertendum igitur fulmen haud opus est quidem, ut pertica per corpus idioelectricum separetur; (materia enim a metallo, quod amplexa est, non recedit) at requiritur, ut per filum ferreum, idque crassius eidem perticæ annexum via continua sternatur fulmini, ut exitum in terram vel aquam inveniat: præterea procul ab hoc adparatu semovendæ sunt materiæ inflammabiles, ut ligna exficcata, quæ, si vicina sint, haud ægre flammam elicient ex ferro. Visi sunt enim fasces ignei ad 5 vel 6 pedes versus terram spargi a catena, aut filo ferreo per nubem fulmineam electrisato. Eiusmodi pertica domum quidem tutam præstabit a fulmine desuper irruente, non autem ab alio surgente a solo, aut penetrante trans aliam domum, centenas enim vias inire potest, antequam ad perticam perveniat. Quapropter opus foret dispositis per domum perticis, & filis ferreis inter se iunctis, viam fulmini quasi præ-

præcludere, ut ægre elabatur, nisi arrepto quodam vicino conductore eiusmodi, quo in perticam, & ab hac in alium conductorem derivetur; cumque materia fulminea admodum accumulata facile in plures glomeres dissiliat; ne id quidem periculum satis aversum per fila ferrea videtur.

§. CXLVIII.

Corollarium II. Illud ex dictis clare colligi videtur posse, de quo aliquando acriter disputatum fuit, fulmen non modo intra nubes nasci, sed satis frequenter ex ipsis etiam corporibus, quæ tanguntur, oriri. Si enim nubes exhausta, & electrica per defectum corporibus terrestribus, aut superficiei telluris incumbit, ex his materia subito collecta in eam magna vi prorumpit, vicinaque corpora inflammabilia accendit. Nec alia magis conveniens stellarum cadentium, ignium fatuorum, ac etiam bolidum, ut vocant, origo statui potest, quam eadem materia electrica quæ subito accensa fulget maiore aut minore copia lucis; ac si eidem alia forte materia oleosa aut sulfurea magis constipata pro pabulo accedit, facto ventorum turbine terribiles etiam, & perniciosos effectus edere potest.



SE-

SECTIO III.

CAPUT I.

De Proprietatibus aeris.

Si aeris proprietates observationum, & experimentorum ope indagassent antiquiores Philosophi, & caussarum, atque effectuum magnitudines revocassent ad calculum; nunquam instar generalis principii adoptassent id, quod a veritate abest longissime: Natura vacuum horret. *Ne idea quidem, aut definitio aeris, uti nec alterius cuiusvis corporis physici, citra experiundi atque observandi studium haberi potest. Proprietates aeris post inventam Antliam pneumaticam, tubum Torricellianum, hemisphaeria Magdeburgica &c. maxime innotuerunt. Cum vero descriptio istiusmodi instrumentorum, & machinarum aliena sit ab instituto meo; pono, lectores eorundem cognitionem quandam dudum sensibus accepisse.*

§. CXLIX.

Definitio. Aer est corpus fluidum, valde subtile, pellucidum, grave, elasticum, variorum corporum halitus & vapores in se continens, in omnibus prope corporibus terrestribus præsens, totumque telluris globum ad insignem altitudinem ambiens.

Hæc definitio, uti fit in rebus physicis, ex proprietatibus aeris coagmentata est; quarum singulæ deinceps exponendæ sunt. Sola diaphaneitas luce meridiana clarior est.

§. CL.

I. *Aer est corpus fluidum, valde subtile;* facili enim impressione cedit corporibus; motusque comparativos admittit (uti cum pila per aerem proiicitur) id quod fluidorum proprium est. Dein corporum plurimorum meatus admodum angustos penetrat, ceu per ligna, si e. g. infra vas cavum ligneum subiectus aer

aer removeatur ope antliæ: per coria ſicca, per chartas omnis generis, non pari quidem facilitate; difficilius enim madefactam permeat.

Fluiditas aeris nulla concretione, coagulatione, congelatione tollitur, uti id liquoribus contingit; ſola implicatione cum partibus corporum aliorum ad ſtatum fixum videtur redigi; uti infra exponemus. Neque eius ſubtilitas tanta eſt, ut per omnia corpora, eorumve poros aditum habeat. Non tranſit per chartas oleo imbutas, nec per metalla $\frac{1}{24}$ pollicis tenuia, neque per vitrum, lapides duros, ceram, picem, reſinam, pinguedinem.

§. CLI.

II. *Aer eſt corpus grave.* Id quidem inductio, qua attractionem materiæ ſtabilivimus, prope indubitatum facit. Sed non deſunt argumenta ſingularia. Ac *primo* corpora in aere ſuſpenſa partem amittunt ſui ponderis; uti id fit, ſi immergantur aliis fluidis gravibus. (Mechan. §. CCVII.) fruſtum ſuberis ad æquilibrium reducatur in libero aere cum particula auri. Tolletur id æquilibrium in vacuo, prævalente ſubere, utpote maioris voluminis, ob quod antea plus ſui ponderis amiſit, quam auri particula. *Secundo.* Si vas ſphæricum notæ capacitatis ab omni aere, quantum fieri poteſt, evacuetur, atque ſic vacuum primo, dein aere plenum ponderetur, innoteſcit pondus aeris ſub dato volumine. Secundum Krafftium, dum ea vaſis capacitas fuit, ut 283 pollices Rhen. cubicos contineret, deprehenſum eſt id pondus = 100 granis, qualium 7680 efficiunt libram hollandicam. Porro ſi 283 pollices cubici aeris appendunt grana 100; unus pollex habebit $\frac{100}{283}$, aut fere $\frac{1}{3}$ gran. Pes autem cubicus aeris (ſive pollices cubici 1728) habebit $610\frac{170}{283}$ grana. *Tertio* Ex hemiſphæriis Magdeburgicis, ac tubo Torricelliano colligi poteſt pondus totius columnæ aereæ in datam baſin prementis. Cum vero gravitas aeris diverſis locis ac temporibus diverſa ſit, ita ut modo columna mercurii 31 pollices modo 28 alta aeri æquipon-

de-

deret, sumatur ex his altitudo media $29\frac{1}{2}$ pollic. Porro columna mercurii, cuius basis est pollex quadratus, altitudo $29\frac{1}{2}$ poll. circiter 15 libras appendit; qua proinde vi ea columna in pollicem quadratum premit, & consequenter in pedem quadratum vi $= 2160$. Eadem pressio exeritur ab aere, quando mercurium ad $29\frac{1}{2}$ pollices tenet suspensum. Si tota superficies corporis humani continet pedes quadratos $14\frac{1}{2}$ (ut in homine mediocris staturæ) ea premetur ab aere vi $= 31320$ libris. Similiter dato numero pedum quadratorum, quos tota superficies globi terraquei contiuet, invenitur pressio tota aeris eidem incumbentis.

Rationem gravitatum specificarum aeris & aquæ Newtonus posuit $= 1 : 860$, si ratio earum gravitatum in aqua & mercurio sumitur, uti vulgo, $= 1 : 14$. Erit gravitas aeris ad gravitatem mercurii $= 1 : 12040$. Sed aeris gravitas, imo etiam aquæ valde inconstans est. Musschenbrœkius ait, gravitates specificas aeris & aquæ contineri inter hosce limites $1 : 606$, & $1 : 1000$. Quæri potest, cur tantum aeris pondus, quod supra definivimus, nihil incommodi adferat corpori humano, cui incumbit? R. quia aer, uti alia fluida gravia versus omnem partem premit æqualiter, & intra ipsas corporis partes versus externum aerem reagit, uti palam fit, si manus imponitur disco antliæ; extracto enim embolo partes molliores ab aere, quem continent, in cavitatem urgentur; Similiter caro & cutis urgetur in cucurbitam scarificatoriam, intra quam aer calore rarefactus est. Ob æquabilem aeris pressionem corpora etiam mollissima eidem exposita, ceu bullæ saponaceæ & plantulæ tenerrimæ nec figuram mutant, nec diffringuntur. Conf. §. CCXVI. Mech. Cur vim aeris incumbentis, vel motui nostro obsistentis nisi maiore impetu in ventos cieatur, non sentiamus, ab assuetudine provenit; nam pressionem aeris iam inde ab eo tempore, quo in lucem edimur, sustinemus. Si disco antliæ cylinder metallicus utrinque apertus imponitur, isque superne obtegitur vitro plano; id subducto aere interno disrumpitur in multas partes ob inæqualem nempe pressionem. At vasa recipientia campaniformia pressionem aeris externi

citra detrimentum ſuſtinent , cum in fornicis modum conſtructa ſint. Similiter etiam pectus noſtrum in formam fornicis excavatum validiſſimæ preſſioni ſuſtinendæ par eſt.

§. CLII.

III. *Aer elaſticus eſt, & comprimi poteſt.* Sit (F. VIII. T. III.) tubus vitreus ita curvatus, ut bina crura ſint parallela, verticaliter erecta, cylindrica, & eiusdem diametri per totam longitudinem; alterum brevius ſit hermetice clauſum in A: in alterum, quod multo ſit longius, infundatur mercurius ceu pondus comprimens; erit is, quando in utroque crure ad eandem libellam BC conſiſtit, in ſtatu ſuo naturali, quem obtinet a preſſione columnæ incumbentis. Hæc in loco, ubi experimentum captum eſt, æquipollebat altitudini mercurili 28″. Spatium AB, quod aer in hoc ſtatu occupat in crure breviore, concipiatur diviſum in 12 partes æquales. Tum infuſo ſucceſſive per os tubi longioris mecurio ad altitudines ſupra libellam BC, 14, 28, 84 dig. aer cruris brevioris redigetur in ſpatia minora, quorum altitudines reſpective ſunt 8, 6, 4. Erunt igitur altitudines mercurii ſupra libellam - - - - 0. 14. 28. 84.
ſpatia ab aere compreſſo occupata - - 12. 8. 6. 3.
Sed ad pondus comprimens mercurii *addendum* eſt pondus columnæ incumbentis æquipollens altitudini mercuriali 28″.
Unde altitudines mercurii ſunt - - - 28. 42. 56. 112.
& ſpatia aeris his reſpondentia - - - 12. 8. 6. 3
quæ quidem ſpatia ſunt in ratione inverſa altitudinum mercurii, ſeu ponderum comprimentium; nam 28 : 42 = 8 : 12. & 56 : 112 = 3 : 6. Ex his colligitur *primo.* Aer comprimi poteſt, & quidem ea lege, ut ſpatia, in quæ aer a ponderibus incumbentibus comprimitur, ſint in ratione inverſa ponderum comprimentium, ſaltem quamdiu aer ſuperficiei terræ incumbens nondum valde condenſatus eſt. Obſervarunt enim complures, poſteaquam aer in crure breviore in volumen quadruplo minus redactus iam fuit, eum maiore vi reſiſtere, ac antea, compreſſionemque a lege indicata aber-

aberrare. Præterea obſervatum fuit a gallis Academicis, experimentum hoc non niſi in ea aeris denſitate, quam is prope terræ ſuperficiem obtinet, ſucceſſum habere. *Secundo.* Quoniam denſitates corporum, ſi maſſa eſt conſtans, ſunt in ratione inverſa voluminum, ſeu ſpatiorum occupatorum: ſpatia autem occupata ex dictis reciproce ut pondera comprimentia; erunt denſitates aeris directe, ut hæc pondera. *Tertio* quoniam elaſticitates per ſe ſunt, ut vires comprimentes, ſeu pondera, aut compreſſiones ipſæ, quæ cauſſis ſuis proportionales ſunt, eædem elaſticitates erunt uti denſitates directe, aut reciproce ut ſpatia occupata. Si in ſuperficie maris altitudo barometri ſit $= 28''$, & in loco quodam edito $= 20''$; erit elaſticitas aeris illa ad hanc ut $28 : 20 = 7 : 5$. Verum infra dicemus, elaſticitatem aeris non modo a pondere comprimente, ſed etiam a calore, frigore, & vaporum varia conſtitutione pendere.

Sunt alia experimenta innumera, quæ aeris elaſticitatem comprobant; uti ſi veſica, quæ parvam aeris quantitatem continet, filo circumtorto exacte claudatur, & ſubiiciatur recipienti; aere remoto ea modica quantitas in veſica paulatim ſe expandit, ita, ut tota veſica intumeſcat & aliquando etiam diſrumpatur: ſimul vero, ac aer rurſus admiſſus eidem incumbit exterius, ea in priſtinam formam collabitur. Similiter pomum vetuſtate corrugatum intumeſcit ſublato aere. Sit phiala vitrea mercurio ad certam altitudinem repleta; eius collo inſeratur tubulus vitreus utrinque apertus. Orificium phialæ, ubi tubulus immittitur, ita claudatur, ut nullus aeri externo ingreſſus, nullus ei, qui inter mercurii ſuperficiem, & orificium phialæ continetur, egreſſus pateat. Si hæc phiala cum tubulo campanæ ſubiicitur, aere extracto mercurius ex phiala intra tubulum aſcendit ad eam fere altitudinem, ad quam in tubo Torricelliano ſolet. Hunc aſcenſum expanſioni aeris intra phialam contenti adſcribendum eſſe nemo non videt. Si vaſculum tubi cuiusdam torricelliani, in quo mercurius ſtagnans continetur, hermetice clauditur, modica relicta aeris qnantitate, hæc par eſt mercurio ad eandem altitudinem ſuſtinendo. Nem-

pe aer inclusus, priusquam a reliquo aere externo segregaretur, compressionem & elasticitatem habuit toti respondentem. Verum intercepta iam aeris interni, & externi communicatione mercurius in tubulo contentus nullas deinceps mutationes subibit, quam quas calor & frigus efficiunt, ut non iam barometri, sed thermometri rationem habeat. Caeterum elaterium in plerisque corporibus diu aut saepe compressis, aut incurvatis demum languere incipit, in aere similis defectus deprehendi nunquam potuit. Spatium, ad quam aer omni adhibita vi comprimi potest, varium statuitur. Sunt, qui eum redigi posse arbitrantur ad praecedentis spatii partem $\frac{1}{14}$, *alii* $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{100}$; *Halesius ad partem* $\frac{1}{1551}$. *Nec de quantitate rarefactionis conveniunt. Boyleus aerem sola vi sua elastica absque caloris ope ita dilatari expertus est, ut locum occuparet* 13769 *vicibus maiorem, quam in statu naturali. Si igitur secundum Halesii mensuram aer, uti in statu suo est naturali, condensari potest in spatii sui partem* $\frac{1}{1551}$. *& expandi in spatium* 13769 *maius; perspicuum est, spatium, in quod condensari aer potest, se habere ad spatium, in quod ab omni compressione liber sese explicat, ut* $\frac{1}{1551}$ *ad* 13769, *seu ut* 1 : 21355119. *Alii haud paullo minorem aeri dilatationem tribuunt.*

§. CLIII.

IV. *Aer plurima heterogenea in se continet corpuscula*, tum quae nebularum, & fumi speciem exhibent, tum alia subtiliora quaquaversus dispersa, ceu odores plantarum, olea, salia, sudores animalium, quidquid arte chemica aut naturali fermentatione quadam volatile fit. Boerhavius Tom. 1. chem. censet, omnem materiam, quae animantum corpora ante constituebat, in aerem rapi, & cito quidem, si urantur, tardius, si in campis deserta iacent, adhuc tardius, si sepeliantur. Natant praeterea in aere plurima non tantum semina plantarum, sed etiam plantulae, animalcula diversa, atque eorum ovula, praeter immensam prope copiam fluidi electrici. Nihil igitur mirum est, si aer pabulum praebet corporibus aliis post alia destructa nascituris.

ris. Aquam in quavis aeris parte præsentem esse ostendunt campanæ vitreæ, quarum interior superficies educto aere, vel duntaxat rarefacto, ut vaporibus ferendis par non sit, nebula aquosa obduci solet. Quapropter verum chaos rerum omnium inter se permistarum habendus est aer; qui quidem, uti eiusmodi exhalationibus & vaporibus inquinatus est, *Atmosphæra* nuncupatur, id est, *atomorum*, seu τῶν ατμῶ, hoc est exiguorum corpusculorum, aut vaporum sphæra.

Etsi aer halitibus & vaporibus omnis generis abundet; tamen ab iisdem distringuendus est & pro corpore fluido sui generis habendus. Nam iisdem per pluvias, fulmina, & fulgura deiectis vel dissipatis; aer superest, multo, ac ante, purior, sincerior, qui animalium respirationi servit, mercurio ad certam altitudinem elevando, novisque ferendis nubibus par. Præterea aer multis annis constrictus retinet indolem & naturam suam, vimque elasticam longe alia lege, ac vapores solent, exerit.

§. CLIV.

V. *Aer in omnibus prope corporibus præsens est*; patet id *primo* ex bullis, quas fluida emittunt remoto aere externo, qui eas intra fluidorum partes, aut meatus continebat: tum ex bullis iis, quæ adhærent corporibus solidis intra aquam demersis, ant inde eluctantur quemadmodum in metallis, lapidibus, vitris &c. observatur, ut proin vel saltem externæ eorum superficiei adhærescere, vel intra ampliores poros hærere debeat. *Secundo* dum farina in panes coquitur, aer in ea contentus a furni calore expanditur, & patulos poros efficit. *Tertio* inest aer in plantis omnibus, in lignis, quæ, dum aere expulso aquam recipiunt in interstitia, graviora fiunt aqua, & submerguntur. *Quarto* ova integra vacuo inclusa vi aeris dissiliunt, & si testa alicubi perforetur, inde extruditur albumen, & vitellus. Aerem e corporibus operatione quadam passim eductum *factitium* vocant, qualis obtinetur putrefactione ac lenta fermentatione quadam, solutionibus chemicis corporum, aut eo-

rum præcipiti effervescentia, aut displosione, quemadmodum incenso pulvere pyrio deprehenditur. Animalium, ac plantarum partes recipienti evacuato inclusas magnam aeris copiam exhalare, descensus mercurii in vacuo, ut supra exposui, ascendentis declarat. Innumera, sunt Halesii in eam rem experimenta, quibus ex omnium prope corporum speciebus, quas ad examen vocavit, aerem factitium elicuit, eiusque adeo quantitatem definivit; ut iam pro indubitato haberi debeat, volumen aeris ex corporibus educti volumen massæ, cui ante inhæserat, multis vicibus sæpe excedere. Uti vero corpora eiusmodi aerem vi operationis cuiusdam emittunt; sic alia eundem absorbent, atque in intimos recessus attrahunt ceu vapor accensi sulfuris aut candelæ ardentis, fomes, & flamma, halitus animalium tum viventium, tum emorientium. Halesius recipiente vitreo, qui 594 pollices cubicos aeris continebat varia subiecit corpora ut observaret, quantam aeris partem absorberent; expertusque est a tela linea in modum fomitis adusta, & liquato sulfuri immersa, si accendatur postea sub recipiente, quartam aeris illius partem absorberi: a vapore flammæ, quæ defectu novi aeris sub recipiente extinguebatur, partem aeris undecimam: a glire mediocris magnitudinis intra 10 horas sub aere constricto emoriente, partem 45. Cum igitur corpora, si rite tractentur, magnam aeris copiam emittant, eundemque etiam non raro absorbeant; dubium non est, quin is in corporibus reipsa præsens sit, etsi fortassis si penitus implicetur cum eorum partibus, longe alias vires, effectusque habeat, quam si iis vinculis liber aliis partibus homogeneis aeris misceatur.

„ *Memorabilia sunt verba Musschenbrœkii de aere* „ *hoc factitio: Sed an non ex corporibus firmis fit aer, &* „ *firma ingressus tota ea, vel maximam eorum partem* „ *constituit? licet id non nulli opinentur nullum tamen* „ *hucusque inventum fuit corpus firmum, quod totum* „ *ex aere constat, aut in eum redit. Opinio orta fuit,* „ *quia omnia corpora variis tractata modis fluidum* „ *elasticum suppeditant, quod aerem vocant. Huic tamen aliæ insunt proprietates, quam aeri naturali;*

„ *quam-*

„ *quamvis fatear , aerem naturalem corporibus in quorum meatus irrepsit nonnunquam hinc inde vehementer adhærescere , partem conficere cum illis solidam: postea interdum separari , & in aerem redire pristino similem , non insalubrem, non impurum, quando solida diu in evacuata clauduntur campana, sive ea sicca sint, sive humida, ut aer adhærescens superstite vi elastica concurrente aliquo calore, se solvere a corporibus lente possit , eaque relinquere. Hic aer distinguendus est a fluido elastico , quod combustione corporum , putrefactione , fermentatione &c. progignitur : etiamsi in hoc fluido elastico etiam sit aer , sed qui in iis naturæ operationibus celeriter , & cum impetu a corporibus avulsus una cum partibus plurimis salinis , oleosis , spirituosis , aqueis evolantibus , elasticis confunditur , elasticam illam massam efficit compositam , insalubrem , fœtentem , multorumque caussam effectuum , qui a permistis totidem corporibus oriuntur , pendentque. Simili modo aer naturalis fluidis , in quibus diu latuit , adhærescit ; sed ex iis iterum elici potest in vacuo lenta actione. Sed vapor ille elasticus , qui coctione fluidorum in igne vehemente oritur , a nemine perito vocabitur aer, licet inter vaporem etiam verus aer a fluido iam solutus delitescat.* „ *Ex his colligitur , verum aerem in corporibus inesse , atque ad statum fixum redigi , sic ut inter corporum principia indubitato recenseri debeat; sed eundem, cum ex corporibus solvitur, plerumque cum aliis corpusculis heterogeneis , quorum va-ria est indoles , misceri.*

§. CLV.

VI. ***Aer totum telluris globum ambit ad insignem altitudinem.*** Nam fluidus est , & gravis ; hinc fluidorum gravium more non potest non diffluere, atque omnia inundare , qua terræ globus patet. Quæcunque telluris loca unquam homines accessere pedestri itinere , aut navigationibus circa totam tellurem sæpius iam absolutis, semper, & ubique aerem inspirarunt , & exspirarunt , nubes in eo suspensas observarunt , aves volitantes , naves ab eo propulsas , mare in fluctus incitatum. Altitudo aeris superficiei terræ incumbentis , si is con-

 stan-

ſtantis eſſet denſitatis, facilie inveniretur ex legibus hydroſtaticis, ſecundum quas altitudines fluidorum in tubis cummunicantibus æquilibrantium ſunt reciproce ut eorum gravitates ſpecificæ (Mech. CCV.) quoniam columna mercurialis $29'', 5$ æquilibrium tuetur cum tota columna aeris (CLI) & gravitas aquæ ad mercurium ſe habet, ut $1 : 14$ (ibid. in Schol.) quæratur altitudo aquæ æquilibrantis cum columna mercuriali $29, 5$ dig. fiatque $1 : 14 = 29, 5 : 413'' = 34'$ ped. 5 dig. Erit hæc altitudo aquæ cum mercurio ad $29'', 5$ ſuſpenſo, & proin cum tota aeris columna in æquilibrio conſiſtentis. Ex eadem lege indagetur altitudo aeris æquilibrium tuentis cum aqua ad 34, 5 ped. elevata. Et quoniam gravitas aeris ad gravitatem aquæ eſt $= 1 : 860$ (§. cit.) erit reciproce altitudo aquæ 34, 5 ped. ad altitudinem aeris $= 29670$ ped. ſeu $1\frac{1}{2}$ mill. germanico proxime. Sed denſitas aeris conſtans non eſt, uti calculus ſupponit; cum enim gravitate polleant ſingulæ eius partes, ipſeque comprimi poſſit in anguſtius ſpatium, neceſſario inferior aer a pondere incumbente compreſſus denſior erit ſuperiore, ſic ut eius denſitas a ſuperficie terræ aſcendendo continuo decreſcat. De ratione & quantitate deſcreſcentis denſitatis infra agemus.



CAPUT II.

De æquilibrio aeris generatim.

Plurima phænomena non niſi a perturbatione æquilibrii aerei pendent, ceu venti, diverſi flatus atmoſphæræ noſtræ, mutationes barometri &c. quapropter ut eorum ratio inveſtigari poſſit, generalia quædam de aeris æquilibrio, eiusque perturbatione principia conſideranda ſunt, præſertim quia præter communes flui-

fluidorum leges multa concurrunt in aere, ex quibus columnarum eius pressio, altitudo, vel motus pendet.

§. CLVI.

Propositio I. *Duplex in aere spectandum est æquilibrium, hydrostaticum, & elasticum.* prob Aer gravis est, ac fluidus, ut proin partes superiores necessario premant inferiores sibi subiectas, atque istæ & premant, & premantur æqualiter in omnem partem, ut adeo, nisi æqualis undique actio & reactio concipiatur, æquilibrium dari non possit; siqua columna altius extet cæteris, cum nullis obstaculis cohibeatur hoc fluidum in suprema regione, eius partes quaquaversus diffluent ad latera. Per compressionem & elaterium aeris nec gravitas nec fluiditas illius tollitur; Ergo præscindendo ab elasticitate æquilibrium hydrostaticum, cuius ratio in gravitate & fluiditate continetur, in aere spectari debet. Nec alterum propositionis membrum difficilem probationem habet. Concipiatur enim, aerem secundum hydrostaticas leges perfectum æquilibrium iam tueri. Quoniam partes aeris compressi sese continuo expandere nituntur vi elaterii, atque hæc vis tum a varia compressione, tum ex aliis caussis ceu calore, frigore, diversa vaporum constitutione augeri vel imminui possit, & spectatis mutationibus atmosphæræ reipsa debeat; æquilibrium non habebitur, nisi actio & reactio ab elateriis proveniens quaquaversus æqualis sit in æquali nempe crustæ aereæ a centro terræ distantia. Quapropter præter hydrostaticum æquilibrium etiam elasticum, & præter actionem aut pressionem a gravitate ortam actio & pressio ab elaterio proveniens consideranda est.

§. CLVII.

Propositio II. *Æquilibrium hydrostaticum aeris ex pluribus caussis perturbari potest.* Nam secundum hydrostaticas leges id pendet ab altitudine columnarum, & pondere seu densitate partium columnas constituentium. Utraque mutari potest pluribus ex caussis. Nam

I. *Al-*

I. *Altitudo columnarum augetur.* 1. Si venti oppoſita directione ſimul ſpirantes aerem loco quodam accumulent. 2. Si aer in locis circumiectis pluribus vehementius dilatetur, & verſus mediam quandam regionem ſe expandat, diffundatque. Contra minuitur altitudo, ſi frigore in quodam tractu exorto aer conſtringatur; quamquam dein ex lateribus novus adfluat, & ſi tota columna ſubſediſſe concipitur, aer vicinus in ſuprema regione diffluens hiatum expleat.

II. *Denſitas partium columnam conſtituentium* mutatur frigore, quo augetur; calore, quo minuitur. 2 Si in vicinia dilatatus aer in noſtrum tractum adfluat. 3. Ex directione ventorum non tam pondus ſingularum partium, quam actio & preſſio earundem mutari debet; ſi enim recta vel oblique ſurſum impellatur columna, eius vis deorſum agens minuitur: contra augetur, ſi recta vel oblique deorſum agatur: horizontalis venti directio actioni aeris deorſum non videtur obeſſe; quia tantundem ſemper aeris advehitur ex illa plaga, e qua ventus ad nos ſpirat, quantum ex noſtrate ablatum eſt in eam plagam, in quam venti directio fertur. Nec vero id magnopere dubium videri poteſt ei, qui actionem gravitatis continuam eſſe, motumque horizontalem effectui gravitatis nihil obeſſe recte expenderit. 4. Multo implicatior de vaporibus quæſtio eſt, augeantne denſitatem & pondus aeris, an minuant. De qua re animadvertendum eſt *primo* vapores in utrumque aeris æquilibrium, eiusque perturbationem influunt. Quatenus enim *iners eorum pondus* ſpectatur, quo gravitas aeris augetur vel minuitur, ad æquilibrium hydroſtaticum pertinent: quatenus vero vim elaſticam intendunt, vel debilitant, ad æquilibrium elaſticum referri debent, de quo mox infra diſſeremus, *Secundo.* Quam certum videtur pondus columnæ aereæ mutari a vaporibus, tam incertum puto, augeri ab iisdem, an imminui debeat. Si aere ſpecifice leviores ſunt, & per leges hydroſtaticas elevantur, certe non augetur pondus columnæ a vaporibus intermixtis, quoniam volumen aeris ſpecifice gravioris ſuo volumini æquale excludunt in hac hypotheſi. Nec vero deſunt argumenta, aſcenſum vaporum ſecun-

cundum leges hydroſtaticas explicandi. Si vero aliis de cauſſis, ceu attractione aeris vapores elevantur, uti fit aſcenſus fluidorum in tubis capillaribus, vel diſtributio corporis ſoluti per menſtruum; concipi demum poteſt, pondus & gravitatem columnæ aereæ, cui maiore copia immixti ſunt, ab iisdem augeri. *Tertio* iidem vapores, halitusque, qua parte copioſius aſcendunt, aerem leviorem faciunt; quippe aſcendendo furſum urgent aeris particulas ſuo motui oppoſitas, eiusque verſus terram actionem imminuunt, vel ſuſtentant. Nec vero ipſi, dum ſurſum moventur quacunque vi, effectum gravitatis deorſum premendo habere poſſunt. Tota igitur regio aeris, in qua copioſi vapores aſcendunt, tanto fit levior, quo celerior, & copioſior fuit aſcenſus. *Quarto.* Si vapores aeri innatantes in guttulas collecti decidunt, pondus columnæ, in qua exiſtunt, certe minuitur. Quamdiu enim in aere hærent ſuſpenſi, toto ſuo pondere agunt: cum vero decidunt, ea duntaxat ponderis parte premunt, quam guttæ, aut flocci nivis ſecundum hydroſtaticas leges in aere amittunt, nimirum quantum eſt pondus aeris ſub æquali volumine; quod quidem aeris pondus certe minus eſt pondere guttarum, aut floccorum nivis, aut grandinis pondere.

§. CLVIII.

Propoſitio III. *In æquilibrio elaſtico, eiusque perturbatione non ſola compreſſio a pondere incumbente orta, ſed etiam aliæ præterea cauſſæ ſpectandæ ſunt.* Nam

I. Calor intendit elaterium non mutato pondere incumbente, præſertim ſi aer ſatis ſe expandere, & verſus latera diffluere non poteſt. Patet id in veſica flaccida, modicam aeris quantitatem continente, & ſuperius conſtricta. Nam calore ſe expandens aer eam intumeſcere cogit, aliquando etiam cum fragore diſrumpit. Si calore in tractu ampliore telluris exorto elevatur atmoſphæra, altiorque evadat; is diffluet ſuperius verſus latera; indeque laterales columnæ fortius preſſæ & prementes verſus partem eandem, ubi aer calore rarefactus eſt, refluent; atque ita mutata

vi

vi elaterii non modo utrumque æquilibrium perturbabitur, sed directio contraria ventorum superiorum, & inferiorum, quam motus nubium sæpe indicat, & aeris circulatio quædam existet.

II. Vis elastica aeris a diversis vaporibus non eodem modo adficitur; ab aliis enim augetur, ab aliis minuitur. Exhalationes præsertim sulfureæ elaterio officere videntur, vel quod aerem absorbeant magna copia, & ad statum fixum redigant, uti supra indicatum est, vel quod singulari modo rarefaciant. Certe aer sulfureis halitibus multum inquinatus respirationi animalium ob ipsum elaterii sufficientis defectum inutilis est; & orto alicubi terræ motu valde descendere observatus est mercurius; cum eo casu sulfureæ exhalationes maxime erumpant. HALESIUS in Statica vegetabilium invictis experimentis ostendit, per vapores sulfureos aeris elasticitatem minui: contra ab aqueis aeri immixtis eam augeri censet MUSSCHENBROEKIUS qui in cella vinaria maiorem aeris dilatationem ab aqua ebulliente deprehendit, quam in specula. Quare dubium non est, quin a vaporibus elaterium aeris diverso modo adficiatur, eiusque æquilibrium identidem perturbetur, præsertim cum omnia omnino corpora copiosum aerem in se contineant, eumque calefactione, fermentatione, solutione, putrefactione, & destillationis genere quodam atmosphæræ iterum restituant, quemadmodum §. CLIV. exposuimus.

Ex respirandi facilitate, aut difficultate semper colligi haud potest, aerem leviorem, rarioremque, aut contra densiorem & graviorem esse. Fieri enim potest ob corporis constitutionem, aut longam assuetudinem, ut pulmones non satis dilatentur, nisi aer gravior, magisque elasticus sit: eo autem præsente liberior promptiorque fiat respiratio. Præterea aer vi gravitatis & elasticitatis fibras ac nervos corporis debito modo comprimet, ut sanguis, partesque fluidæ corporis alacrius, celeriusque decurrant. Quo casu multo facilius peragentur a nobis operationes naturales, etsi aer minime levior, uti temere iudicamus, sed reipsa gravior sit. Maxime autem hoc loco puritas aeris spectanda & quærenda est.

Aer

Aer enim halitibus fœtens sine dubio valetudini officit. Hinc varia excogitata sunt instrumenta, & genera machinarum exurbando aeri inquinato ac fœtenti, puriorique accersendo idonea.

CAPUT III.

De Ventis.

Posteaquam de aeris æquilibrio actum est, ipse rerum ordo, ac nexus, ut de ventis disseramus, nos monet; cum iidem non nisi ex perturbatione æquilibrii aerei existant, si ea perturbatio satis vehemens, & velut repentina fit. Non quivis enim aeris motus (nunquam enim is penitus quiescit) ventum constituit, sed is duntaxat, quo tractus quidam aereus notabili impetu ex uno in alium locum transfertur. Eiusmodi motus ut existat, maiorem, ac subitam æquilibrii turbationem poscit. Si enim pressio partium aerearum sive a gravitate, sive elaterio orta mutetur sensim, & per gradus modicos, æquilibrium non tam tollitur, quam commutatur in aliud, fluido aereo sponte se ad æquilibrium componente, sicut fere aqua maris aut lacus amplioris non quavis impressione, sed vehementi & subito impetu in fluctus cietur.

§. CLIX.

Propositio. *Ventus est motus sensibilis aeris atmosphærici a sublato æquilibrio sive hydrostatico, sive elastico proveniens.* Duo hic afferuntur; *primo* ventum reipsa a motu aut fluxu aeris non differre. *Secundo* eum motum a turbatione æquilibrii ortum parem esse ac sufficientem vi ventorum explicandæ.

I. Ventum esse motum aeris de loco in locum ostendit ipse motus sensibilium corporum vento impulsorum; & quoniam aer cum innumeris vaporibus ubique mixtus est, nulla est ratio, cur aer purus sine vaporibus, aut vapores soli sine aere facta impressione abripiantur; cum impressio utrumque fluidi permixti genus æque adficiat. Hinc ventum adpellavimus motum

tum aeris atmoſphærici, non peculiaris cuiusdam materiæ aut ſpecificæ ſubſtantiæ ab aere diverſæ, quemadmodum non nulli antiquiores halitus ſiccos, vel humidos, vel anhelitus terræ frigidos pro materia ventorum confinxerunt.

II. Ut intelligatur, motum aeris atmoſphærici e turbatione æquilibrii ortum, parem eſſe ac ſufficientem vi ventorum explicandæ, concipiatur eam *repente* exiſtere differentiam virium preſſionis in binis voluminibus aeris contiguis, ut per eam mercurius in tubo Torricelliano ad tres lineas cogeretur aſcendere; & quæratur celeritas, ſive ſpatium, quod aer intra $1''$ motu æquabili conficere deberet, ſi ab alio impelleretur vi tanta, quæ mercurio ad tres lineas elevando par eſt. In hunc finem primo inveſtigetur ſpatium x, quod mercurius ea, qua diximus, impreſſione facta intra $1''$ motu æquabili percurreret. Impreſſio, qua mercurius ad certam altitudinem elevatur, æqualis eſt vi, quam mercurius ex eadem altitudine per gravitatem libere decidendo acquireret. Sit altitudo mercurii $a = 3'''$, ex hyp. ſpatium vi gravitatis a mercurio & corpore terreſtri quocunque intra $1''$ confectum $= c = 181'''$. Tempus $1'' = b$. & quæratur ex Mechanica §. LXXXVII. Tempus per ſpatium a hac analogia: $c : a = b^2 : \frac{ab^2}{c}$; ultimus terminus exprimit quadratum temporis, cuius radix $\sqrt{\frac{ab^2}{c}}$ denotat ipſum tempus, quo mercurius vi gravitatis conficeret ſpatium a; hoc autem eodem tempore celeritate *conſtante* conficeret ſpatium $= 2a$ (Mech. §. LXXXIV.) Hinc erui poteſt ſpatium x, quod is intra $1''$ conficeret per eandem factam impreſſionem, & motu æquabili; cum enim celeritas per ſpatium 2a, & per ſpatium intra $1''$ conficiendum ſit conſtans, erunt ſpatia ut tempora;

hinc $\sqrt{\frac{ab^2}{c}} ; 2a = b : x = 2ab \times \sqrt{\frac{c}{ab^2}} = 2\sqrt{ac}.$

Quo-

Quoniam ex hyp. $a = 3'''$. $c = 181'' = 2172'''$; erit $ac = 6516$. & $\sqrt{ac} = 80, 7$, & $2\sqrt{ac} = 161''', 4 = 13''. 7'''$ hoc est, spatium a mercurio tali impressione intra $1''$ confectum motu æquabili proxime æquaret 13 pollices, & lineas septem. Si iam talis impressio non fit in columnam mercurialem, sed in aerem contiguum debiliorem; quantum spatium is motu æquabili intra $1''$ conficiet? Ex iis, quæ de motu fluidorum in mechanica diximus, colligi potest, velocitates fluidorum ad aliquam altitudinem elevatorum esse in ratione subduplicata altitudinum; Altitudines autem fluidorum, ad quas ob æquales pressiones, seu æqualem factam impressionem elevantur, sunt in ratione reciproca gravitatum specificarum. Sit ratio gravitatis mercurii & aeris $= m : n$. Altitudo, ad quam elevatur mercurius sit $= a$, uti supra. Erit altitudo, ad quam elevatur aer $= \frac{am}{n}$ ex analogia $n : m = a : \frac{am}{n}$.

Quoniam velocitates sunt in ratione subduplicata altitudinum seu $\sqrt{a} : \sqrt{\frac{am}{n}}$; eædemque si motus ponitur æquabilis, & tempus æquale, sint ut spatia confecta; ponatur spatium a mercurio intra $1''$ confectum $= s$; idemque calculi facilioris & liberalioris gratia sumatur $= 1$ ped. seu minus ac antea reperimus; spatium vero ab aere impulso intra idem tempus conficiendum dicatur y; erit

$$\sqrt{a} : \sqrt{\frac{am}{n}} = s : y$$

$$\text{seu} \quad n : m = s^2 : y^2 = \frac{s^2 m}{n}$$

Unde erit $y = S\sqrt{\frac{m}{n}}$. Rationem gravitatis mercurii

rii ad aerem in Schol. §. CLI. posuimus 12040 : 1. Unde erit y, seu spatium ab aere intra 1'' percurrendum = 109, 7 ped. Ex his iam tuto licet concludere, motum aeris ex modica, sed repentina æquilibrii turbatione ortum omnino parem esse validissimis ventis & procellis etiam vehementissimis explicandis; Nam venti sat validi secundum observationem Mariotti nou nisi 24 pedes, aut si sint vehementissimi secundum Derhamum 66 pedes Londinenses intra 1'' conficiunt. Quapropter venti etiam validissimi celeritas minor est ea, qua aer ex volumine fortiore irruit in debilius, existente virium differentia non nisi tanta, quanta mercurium in tubo torricelliano ad altitudinem 3 lin. elevare valet; unde multo etiam minor virium differentia sufficiet, ad eos, quos experimur ventos, utut sat validos producendos, si modo *repente* inducatur; quod cum rarissime contingat, satis intelligi potest, cur venti multo sint pacatiores, etsi mercurii altitudo longe ultra 3 lineas in regionibus polum spectantibus, minusque a superficie terræ elevatis mutetur.

Etsi venti ex turbato aeris æquilibrio oriantur, & in motu locali maioris voluminis consistant; non tamen ventus, qui unam infestat regionem, per omnem late atmosphæram necessario propagari debet. Motus enim in voluminibus aeris remotioris eo magis semper debilitatur, quo magis illa distant ab eo, quod primo moveri cæptum est, ob incursum nempe, & actionem columnarum lateralium quaquaversus irruentium, uti fere motus, qui in aqua stagnante, & ipso mari per vasta navigia excitatur, non æque propagatur ad partes remotiores, sed paulatim languescit, ac deficit. Porro quoniam fluida eo moventur maxime, ubi minor est resistentia, & æquilibrium aeris non in omnem semper partem turbatur æqualiter, intelligi potest, cur ventus certam sequatur directionem etiam in regione libera, nullisque obstaculis circumsepta; quam quidem directionem maxima virium, & resistentiæ inæqualitas determinat.

§. CLX.

Corollarium I. Quoniam ventus ex perturbato aeris

ris æquilibrio oritur: quidquid turbando æquilibrio par est, ad caussas ventorum pertinet. Huc igitur referri debent omnia, per quæ altitudo aut densitas columnarum in tractu quodam augetur vel minuitur: vis elastica intenditur, aut debilitatur. Ac *primo* si in inferiore, aeris regione tractum quendam maior calor, aut maius frigus corripiat; in primo casu augebitur eius elasticitas, & aer versus loca frigidiora se expandet: in altero casu elasticitas non augebitur, sed aeris partes arctius coibunt; hinc lateralis irruet in vacua spatia: utroque casu existet ventus; sic in umbroso nemore ad solem meridianum ambulantes leni flatu recreamur, & ex loco calidiore in minus calidum auram frigidiusculam spirare experimur, præsertim si aer calidior versus loca frigidiora se expandens non omnino expeditum habeat transitum. *Secundo.* Exhalationes terrestres non modo pondus & elaterium aeris immutant, sed non raro, cum diversa earum genera concurrunt, maiores fermentationes, æstus, & celeres displosiones partium generant, queis aer rapidissime propellitur, uti observamus cælo fulminante, & tonante. *Tertio* particulæ nitrosæ salinæ ex regionibus maxime borealibus advectæ in atmosphæræ portionem quandam, maius producunt frigus, quo aeris æquilibrium turbari debet. *Quarto* Halitus ex montibus ignivomis, aut visceribus terræ per spiracula quædam emissi, tum vero & aer factitius ex fermentatione, et putrefactione corporum terrestrium magna copia genitus temperiem & æquilibrium aeris necessario turbant, ventosque creant. *Quinto* Sol in corpus aereum æque, ac vapores per aerem dispersos, corpora item terrestria continuo agens, multiplicem in atmosphæra variationem quoad calorem & frigus inducere potest, præsertim si radii solares parte quadam interiectu nubium intercipiatur, aut nubes cavæ instar speculorum caussticorum magnam radiorum vim versus certum locum reflectant. Accedit, quod ipsius telluris diversa constitutio, aut montium interiectus actionem solis diversis modis determinare, & ingentem caloris frigorisque variationem inducere queat.

Siqui sunt venti constantes, qui per longiorem atmosphæræ tractum toto fere anni tempore spirant: aut periodici, qui certo duntaxat anni tempore, certisve diebus oriuntur; postea iterum conquiescunt; iidem constantem pariter aut periodicam caussam habeant, necesse est. Inter ventos constantes ab omnibus prope habebatur is, qui intra tropicos spirat. Sed memoratu digna sunt verba cel. Paulli Frisii LII de gravit. omn. Partic. c. 10 in Scholio, quæ ad verbum prope exscribemus. „ Halleius in trans. Phil. anni 1686 *n.* 183 *orientis „ venti, qui intra tropicos habetur in mari libero, eam „ esse dixit constantem legem, ac directionem, ut, cum „ sol ab æquatore declinat ad cancri tropicum, in mari- „ bus intra æquatorem positis ventus ex æquatoris & „ horizontis intersectione videatur flare; & in maribus „ aliis ultra æquatorem spiret tunc temporis ex interse- „ ctione horizontis & tropici capricorni; & contra cum „ sol versatur ultra æquatorem, in maribus ultra æqua- „ torem positis orientalis ventus ex æquatore, & in ma- „ ribus citra positis, ex tropico cancri adveniat; quod „ Halleius ex vi caloris, & legibus æquilibrii deriva- „ vit. - In eandem Hallei sententiam Dampierius, Mus- „ schenbrækius, aliique plures convenerunt. At in hi- „ storia Parisiensis Academiæ Anni* 1760 *cl. Nux suis, „ aliorumque observationibus probare voluit, generalis „ illius venti phænomena ac leges omnes non ita ratas, „ constantesque esse, quemadmodum Halleius, ac Dam- „ pierius retulerunt. Ait enim, quod, cum diu ipse in „ insula Borbonia moratus esset, deprehenderit, genera- „ lem ventum, quo anni tempore est austro-orientalis, „ in orientalem sæpe, ac borealem, occidentalemque, ac „ deinde austro-occidentalem, & australem denique con- „ verti, totumque horizontem circuire. Animadvertit „ insuper, has venti inæqualitates non exiguo tractu „ contineri, & ab orientali Africæ litore ad usque Ja- „ vam insulam protendi: esse vero adeo frequentes, ut „ unius mensis intervallo quandoque ter, aut etiam qua- „ ter immutari directionem venti contingat, neque ultra „ intervallum mensis ventus ipse regularis permaneat. „ Hæc ipsa irregularitas ostendit, perpetuum ac „ generalem ventum zonæ torridæ nihil habere, quod*

„ *flu-*

„ *fluxui ac refluixui maris sit analogum, & perturbatrices „ solis ac lunæ vires neque in varianda altitudine mercu- „ rii in barometris suspensi, neque in atmosphæra omni „ agitanda sensibiles evadere. Siquæ primitus ex im- „ presso diurno motu oscillationes in atmosphæra oriri „ potuerunt, eæ iam diu desierunt, & motu continua- „ to particulæ aeris eandem velocitatem angularem debue- „ runt concipere, eodemque tempore periodico simul „ cum terra circa axem revolvi. Hinc etiam diurnus „ telluris motus ad explicandum orientalem ventum nil „ conferet, & solæ irregulares caussæ supersunt, quæ „ in medium proferri possunt, nempe caloris solis & al- „ ternæ aeris condensationis, & expansionis. Ob igno- „ tam autem caloris naturam, actionem, variationesque „ atmosphæræ, phænomena inde orta ad calculum revo- „ cari nequeunt.* „

§. CLXI.

Corollarium II. Atmosphæra totam tellurius superficiem ambit, & caussæ æquilibrium aeris turbantes nulla non illius parte locum habent; hinc aer infinitis directionibus sursum, deorsum, & oblique quaquaversus, ac horizontaliter moveri potest. Venti igitur, spectando eorum directionem diversissimi habentur.

Hodierni Geographi in usum præcipue nautarum ventos 32 *distinguunt, quatuor scilicet cardinales, &* 28 *collaterales, seu intermedios. Cardinales a quatuor punctis cardinalibus horizontis nomen habent: & quidem a puncto ortus æquinoctialis* Solanus, Ost; *a puncto occasus æquinoctialis* Favonius, West; *a puncto meridiei* Auster, Sud; *a puncto septentrionum* Septentrio, Nord *nuncupatur. Inter hos medii ab iisdem nomen compositum accipiunt; nempe medius inter septentrionem & ortum* Nordost, Aquilo; *inter meridiem & ortum* Sudost, Eurus; *inter septentrionem & occasum* Nordwest, Caurus; *inter meridiem, & occasum* Sudwest, Africus *adpellatur. Demum inter cardinales & hos collaterales intermedii rursus ab utrisque compositam adpellationem recipiunt e. g.* Ost - Nordost,

Ost gen Nord &c. uti ex rosa ventorum (F. X. Tab. III.) colligi potest , ubi initiales literæ vocabulorum singulos ventos a plagis denominatos denotant.



CAPUT IV.

De Tubo Torricelliano, eiusque usu in altitudinibus locorum definiendis.

Mercurium in tubo Torricelliano ex pressione aeris hærere suspensum , eiusque altitudinem mutata pressione variari debere , solo experimento Antliæ evidentissime cognoscitur, nec disputatione eget. Quapropter de usu illius in determinandis locorum altitudinibus maxime agam hoc loco ; quæ res cum per se scitu digna est , tum ex eo capite maximum usum habet , quod positio locorum supra libellam maris dimensionibus geometricis aut trigonometricis sæpe definiri haud possit.

§. CLXII.

Observatio I. Quo magis elevatus est locus quidam supra libellam maris, aut superficiem terræ, eo minor erit altitudo mercurii in tubo Torricelliano; quia ascendendo a mari , aut superficie terræ columna aeris eidem incumbentis continuo fit brevior, eiusque & densitas & elasticitas perpetuo minuitur. Ac si calor , & vaporum diversa constitutio nullam anomaliam induceret : adcurate demonstrari posset , densitates aeris , ac proinde elasticitates in progressione Geometrica decrescere , cum aeris altitudines a libella maris aut superficie terræ ascendendo in progressione arithmetica crescant. Est hoc fundamentum praxeos , qua ex altitudine barometri in dato loco eiusdem supra libellam maris elevatio definiri solet. Anomaliæ enim a calore aut vaporibus inductæ in inferioribus duntaxat partibus locum maxime habent , & evitari quadam ratione , aut corrigi possunt. Id fundamentum , seu

lex

lex decrefcentis denfitatis aeris obfervationibus comprobatur; inventum eft enim, in diftantia 7 milliarium Italicorum a libella maris denfitatem aeris quadruplo minorem effe; hinc duplex progreffio obtinetur, prima diftantiarum a mari, feu altitudinum, altera denfitatum decrefcentium hoc modo:

I.	7.	14.	21.	28.	
II.	$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{16}$.	$\frac{1}{64}$.	$\frac{1}{256}$.	

§. CLXIII.

Obfervatio II. Altitudo media barometri in litore maris paffim cenfetur = 28 dig. feu 336 lin. (quamquam non defint, qui eam binis etiam lineis maiorem fumant) Invenitur autem *media* altitudo, dum plures obfervatæ altitudines adduntur, ac fumma per numerum obfervationum dividitur. Quapropter non fufficit ex maxima & minima altitudine obfervata mediam fumere. Præterea fi ex obfervationibus diurnis menfium fingulorum capiuntur altitudines mediæ fingulis menfibus refpondentes, eæ non inveniuntur fingulis menfibus æquales, fed minores menfibus hybernis, maiores æftivis. Si dein altitudines mediæ ex obfervationibus plurium annorum in fingulos menfes colliguntur, eæ pariter differunt ab altitudine media ex obfervationibus menfis unius collecta.

Ut exemplo res illuftretur, exprimatur altitudo mercurii in lineis, & partibus decimalibus lineæ, fitque e. g. altitudo media in menfe Januario anni unius = 257, 50; *in alio anno* = 261, 21; *rurfusque in alio* = 258. 96; *erit facta primo additione harum altitudinum, tum divifione per* 3, *altitudo ex omnibus mediis media* = 259, 22.

§. CXLIV.

Obfervatio III. Maxima & minima altitudo mercurii, quæ non nifi poft obfervationes plurium annorum deprehendi poffunt, *limites* funt variationum, quas fubit; fpatium inter maximam & minimam alti-

tudinem interceptum adpellari potest *intervallum variationum.* Dimidium eius intervalli maximam æquilibrii perturbationem denotat. Hi limites, & intervalla variationum in diversis locis admodum diversa sunt; crescunt enim pro latitudine geographica locorum ab æquatore versus polos: minora sunt cæteris paribus in locis a libella maris magis elevatis; maiora mensibus hybernis, quam æstivis. In Peruvia intervallum maximæ variationis ad libellam maris deprehensum est 3 lin. Iamaicæ 4 lin.. Ad promontorum bonæ spei 10 lin. In circulo Parisiis parallelo 28 lin. Petropoli 33 lin. In Islandia 3 dig. Ex observationibus SCHEUCHZERI maxima variatio Tignri est $18\frac{1}{2}$ lin. At in monte edito S. Gotthardi non nisi 12. lin Si maximæ variationes singulis mensibus occurrentes ex observationibus plurium annorum determinentur, facta mensium comparatione præ cæteris maiores sunt, quæ mensibus hybernis respondent, minores, quæ æstivis mensibus. Si dein variatio, quæ ex observationibus plurium annorum in mensem Januarium incidit, dividatur in 100 particulas, sequens existet ratio intervalli variationum secundum D. Lambert

Jan. - - -	100.	Jul. - - -	48.
Febr. - - -	95.	Aug. - - -	56.
Mart. - - -	85.	Sep. - - -	74.
April. - - -	73.	Oct. - - -	89.
Mai. - - -	61.	Nov. - - -	96.
Jun. - - -	52.	Dec. - - -	99.

§. CLXV.

Problema. *Data altitudine media barometri in dato loco, invenire altitudinem loci eiusdem supra libellam maris.* Ref. Altitudo barometri in dato loco exprimatur per lineas pedis Parisini. Quæratur logarithmus numeri linearum, quæ altitudinem mercurii in dato loco exprimunt. Is subtrahatur a logarithmo numeri 336 altitudinem mediam barometri in litore maris exprimentis. Residuum logarithmi omissis semper tribus ultimis numeris, & primis quinque numeris nempe

cha-

characteristica cum quatuor sequentibus adhibitis dabit elevationem loci supra libellam maris in *perticis* Parisinis; aut si data sit differentia altitudinum mercurii in binis locis, differentia logarithmorum earum altitudinum in lineis expressa dabit locorum distantiam in perticis iterum Parisinis, quarum quævis continet 6 ped. Parisin. Hoc quidem modo non ita deprehenditur vera locorum altitudo, ut non aberratio contingat, quæ in maioribus altitudinibus valde notabilis fit. Hinc D. Lambert ex observationibus, quas nancisci potuit, adcuratissimis correctiones determinavit, ex quibus dein tabellam confecit, in qua pro singulis altitudinibus a 27'' 11''', usque ad 14'', o respondentes locorum altitudines computavit. Ea Tabella una cum dissertatione viri clarissimi de altitudinibus barometri, earumque variationibus inserta est Tomo III. monumentorum Academiæ Electoralis Boicæ; unde eam excerpsimus.

Alt.	Merc.	Hexaped.	
''	''		
27.	11	12,	0
—	10.	24,	1
—	9	36,	3
—	8	48,	6
—	7	60,	9
—	6	73,	3
—	5	85,	7
—	4	98,	2
—	3	110,	8
—	2	123,	3
—	1	136,	0
27,	0	148,	7
''	'''		
26,	11	161,	4
—	10	174,	4
—	9	187,	4
—	8	200,	4
—	7	213,	5
—	6	226,	5
—	5	239,	7

Alt.	Merc.	Hexap.	
26,	4	252,	9
—	3	266,	3
—	2	279,	6
—	1	293,	1
26,	0	306,	6
''	'''	''	''
25.	11	320,	1
—	10	333,	7
—	9	347,	3
—	8	361,	1
—	7	374,	8
—	6	388,	7
—	5	402,	5
—	4	416,	5
—	3	430,	5
—	2	444,	6
—	1	458,	7
25,	0	472,	8
''	'''		
24,	11	487,	0
—	10	501,	2

Alt.	Merc.	Hexaped.		Alt.	Merc.	Hexaped.	
—	9	515,	5	—	9	1069,	9
—	8	529,	8	—	8	1086,	4
—	7	544,	3	—	7	1103,	0
—	6	558,	8	—	6	1119,	7
—	5	573,	4	—	5	1136,	4
—	4	588,	0	—	4	1153,	2
—	3	602,	7	—	3	1170,	1
—	2	617,	4	—	2	1187,	1
—	1	632,	1	—	1	1204,	1
24,	0	646,	9	21,	0	1221,	2
''	'''			''	'''		
23,	11	661,	8	20,	11	1238,	4
—	10	676,	8	—	10	1255,	6
—	9	691,	8	—	9	1272,	9
—	8	706,	8	—	8	1290,	3
—	7	721,	9	—	7	1307,	7
—	6	737,	1	—	6	1325,	2
—	5	752,	3	—	5	1342,	7
—	4	767,	6	—	4	1360,	4
—	3	783,	0	—	3	1378,	2
—	2	798,	4	—	2	1396,	0
—	1	813,	9	—	1	1413,	9
23,	0	829,	5	20,	0	1431,	8
''	'''			''	'''		
22,	11	845,	0	19,	11	1449,	8
—	10	860,	7	—	10	1467,	9
—	9	876,	4	—	9	1486,	1
—	8	892,	2	—	8	1504,	4
—	7	908,	1	—	7	1522,	8
—	6	924,	0	—	6	1541,	2
—	5	940,	0	—	5	1559,	7
—	4	956,	1	—	4	1578,	3
—	3	972,	2	—	3	1597,	0
—	2	988,	3	—	2	1615,	7
—	1	1004,	5	—	1	1634,	5
22,	0	1020,	8	19,	0	1652,	5
''	'''			''	'''		
21,	11	1037,	1	18.	6	1768,	0
—	10	1053,	5	18,	0	1887,	4

17, 6

Alt.	Merc.	Hexaped.		Alt.	Merc.	Hexaped.	
17,	6	2009,	3	15,	6	2534,	9
17,	0	2134,	8	15,	0	2677,	0
16,	6	2264,	0	14,	6	2824,	0
16,	0	2397,	3	14,	0	2976,	2

Ut hæc tabella usui sit, sequentia oportet animadverti. Primo quia differentiæ altitudinum in binis locis variabiles sunt; hinc ex pluribus differentiis sumenda est differentia media. Secundo. Si media altitudo mercurii loci cuiusvis seorsim quæritur, ea, ut supra diximus, non recte colligitur ex altitudine summa, & infima; tum quia hæ rarius incidunt, tum quia medium ex iis desumptum differt a medio ex pluribus observationibus collecto. Tertio interest sane, cuiusnam potissimum mensis altitudo media sumatur, an vero ea omnino colligatur ex altitudine media omnium mensium anni totius coniunctim. Nam media altitudo mensis unius differt a media altitudine mensis alterius, etsi utraque ex observationibus menstruis plurium annorum colligatur; hinc admomodum diversa locorum altitudo inde eruitur. Sic in monte S. Gotthardi media altitudo mercurii tempore hyemis ex observationibus plurium annorum reperitur = 21'' , 6'''. *Huic in tabella respondent hexapedæ* 1119, 7 *seu* 1120. *At media altitudo æstiva inventa est* = 21'', 9''', *cui respondent hexaped* 1069, 9 *seu* 1070; *differentia est* 50 *hexapedarum haud sane contemnenda. Sunt autem menses hyberni cæteris præferendi pro obtinenda altitudine media; quia eo tempore minor est diversitas caloris & frigoris in infima & superiore aeris regione. Hinc anomaliæ a calore & vaporibus ortæ, quæ in locis humilioribus præcipue inducuntur, minores sunt mensibus hybernis. Accedit, quod variationes in hyeme maiores sint, quam æstate; hinc facilius medium quoddam inde deduci potest, Ob hanc caussam cl. D. Lambert tabellam confecit, ex qua corrigi potest numerus hexapedarum in tabula inventus, si altitudo media alio quovis mense quam ex Januario desumpta est. Sit autem habet*

Men-

Menſis	Ratio	Menſis.	Ratio
Jan. - -	1000	*Jul.* - -	1047
Febr. - -	1003	*Aug.* - -	1043
Mart. - -	1010	*Sept.* - -	1036
April. - -	1019	*Oct.* - -	1027
Mai. - - -	1029	*Nov.* - - -	1016
Jun. - - -	1038	*Dec.* - -	1007

Ut uſus huius tabellæ pateat, ſit altitudo media $26'', 6'''$. *ei reſpondent in tabula* 226, 5 *hexapedæ, ſeu ducentæ ſex & viginti perticæ Pariſinæ cum quinque partibus decimalibus; ſi iam tota altitudo mercurii ponitur deſumta ex obſervationibus menſe Auguſto captis, inventus numerus hexapedarum augendus eſt in ratione* 1000 : 1043, *hac analogia* 1000 : 1043 = 226, 5 : 236 *proxime. Si media altitudo ex omnibus, vel pluribus annis coniunctim eruta eſt, numerum eidem in tabula reſpondentem cit. Auctor augeri vult in ratione* 1000 : 1023.

§. CXLVI.

Problematis reſolutionem alii aliam dedere; ac I. Cel. de Luc in præclariſſimo opere de Barometris ac thermometris hanc præſcribit regulam. Differentia logarithmorum duarum altitudinum barometri in *lineis* expreſſa dat diſtantiam duorum locorum (quoad altitudinem verticalem) in *perticis Pariſinis*, ſi numeri logarithmorum una cum characteriſtica adhibeantur ſolum *quinque*, & ſi thermometrum Reaumourianum in gradu $16\frac{3}{4}$ ſupra o verſetur. Si vero thermometrum tempore obſervationis in alio conſiſtat gradu; tum, ſi illius gradus ſit infra $16\frac{3}{4}$ pro quolibet gradu thermometri ſubtrahenda erit $\frac{1}{215}$ pars totius altitudinis inventæ; Si vero gradus thermometri ſit ſupra $16\frac{3}{4}$, pro quolibet gradu thermometri addenda erit $\frac{1}{215}$ altitudinis. Sit altitudo media in litore maris $= 28'' = 336'''$; in alio loco ea ſit $= 26'', 11''' = 323'''$. Quæratur differen-

rentia logarithmorum datis numeris respondentium hoc modo:

Alt. in lit. maris $\overset{'''}{336}$. log. = 2. 5263

Alt. in dato loco $\overset{'''}{323}$. log. = 2. 5092

Differentia in perticis Parisin. = 171

Eodem modo si differentia altitudinum mediarum in binis locis detur, differentia logarithmorum indicabit locorum distantiam in altitudine verticali, nisi ex observatione thermometri correctio sit adhibenda. Atque hæc methodus peritissimis Physicis admodum adcurata videtur.

II. Regula Bernoullii hæc est: differentia altitudinum mercurii in binis locis reducatur ad lineas pedis Parisin. ac dein multiplicetur per 22000: productum dividatur per numerum altitudinem minorem mercurii, sive in loco altiore exprimentem: quotus dabit altitudinem huius loci in *pedibus Parisinis.* Sit altitudo barometri in superficie maris $= \overset{'''}{336}$. Altorffii $= 317\frac{1}{2}$. Erit differentia $= 18\frac{1}{2}$. Porro $18\frac{1}{2} \times 22000 = 407000$. Hoc productum si dividatur per $317\frac{1}{2}$ obtinentur proxime 1282 ped. Parsin. pro altitutine Altdorffii.

III. Data differentia altitudinum mercurii in binis locis, expressa lineis pedis Parif. dicatur n; erit formula distantiam verticalem locorum in *pedibus* Paris. exprimens hæc: $\frac{n^2 \times 121 n}{2}$. Sit data differentia $= \overset{'''}{33}$. fiet distantia verticalis = 2541 ped. = 424 hexap.

Dubium non est, quin priores methodi, quæ correctionem præscribunt hisce binis posterioribus haud parum sint adcuratiores. De observationibus autem tubi Torricelliani præterea animadvertendum est: 1: in primis curandum est, ut instrumentum sit idoneum faciendis observationibus, quæ cuidam usui sint. Diameter tubuli $\frac{1}{4}$ pollicis non multo minor sit. Facta enim compa-

ra-

ratione duorum tubulorum, quorum diametri erant in altero $1\frac{1}{4}$ *lin. in altero* 4 *vel* 5 *lin. discrimen altitudinis in eodem loco fere dimidii pollicis deprehensum est. Profundius enim hæret mercurius in tubulo angustiore ob affrictum ad latera, vel maiorem partium mercurii inter se, quam vitri attractionem, nisi eundem vitrum omnino repellat.* 2. *Interior tubi superficies, dum is pro barometro adhibetur, penitus pura sit, ac recens, nullisque antea fæcibus, quas liquida relinquunt, inquinata: similiter mercurius a stanno, plumbo, aliisque partibus heterogeneis quam fieri potest, adcuratissime sit purgatus; quod quidem destillatione maxime obtinetur,* 3. *Inter cavitatem tubuli, & amplitudinem vasculi tanta sit differentia magnitudinis, ut etsi pars mercurii ex vasculo nunc attollatur intra tubum, nunc deprimatur, tamen linea libellæ a summa superficie mercurii stagnantis desumta pro constanti haberi possit. Inde enim fit initium numerandi gradus altitudinis.* 4 *In binis tubis eodem loco positis sæpe differentia altitudinis, nec ea semper constans, observari potest. Ea oritur ex inæquali puritate, aut impuritate mercurii, eiusdemque mixtione cum partibus heterogeneis: ex ipsa diversa gravitate mercurii quæ valde notabilem differentiam inducere valet, multasque comparationes altitudinum in diversis locis per diversa borometra observatarum suspectas, incertasque facit: ex inæquali diametro tuborum, uti supra adnotavimus ex ipsa constructione, qua plus minusve aeris relinquitur in superrioe parte, cum omnis penitus abesse deberet: ex improportione vasculi ad tubulum, ob quam linea libellæ sensibiliter mutatur.* 5. *Quando fit observatio altitudinis, oculus non multum altior vel depressior sit linea horizontali per supremam mercurii superficiem transeunte.* 6. *Ipsum instrumentum ante observationem paullum concutiatur: hoc enim facto sæpe altius ascendere, nonnunquam descendere visus est mercurius, cum antea ob affrictum, attractionemve impediretur.* 7. *Superficies suprema mercurii digna observatu est. Cum enim altius ascendere parat, ea fit convexa: cum descendit, concava: quando ascensum in descensum, aut vicissim, mutat, ea planior est. Cæterum de præsagiendis ex barometro tempestatibus in hunc fere modum disserit cel. Musschenbrækius: diversa mer-*

curii

curii in tubo altitudo futuras aeris tempestates non præsagit, sed tantum indicat præsentem atmosphæræ conditionem, & quidem duntaxat vim, qua corpora terrestria premit. Ascensum, vel descensum mercurii interdum comitantur non nulli in atmasphæra effectus, cum utrumque ab eadem pendeat caussa; sed effectus in atmosphæra non semper sequuntur iidem, licet eadem caussa adsuerit, quia constitutio atmosphæræ eadem non est: eam autem ex altitudine mercurii sola cognoscere non possumus; ideo nullæ certæ præsagiendi regulæ possunt tradi, uti ex multorum annorum observationibus adfirmare possum. Nihilominus aliquid, quod sæpe contingit; ex diligente observatione detectum est. 1. Si mercurius tubum alte subierit, & cælum iam sit serenum, deinde is non parum descendere cæperit, sequenti die cælum nubibus opacatur, - - 2. Si mercurius descendere adhuc pergat, pluvia sequitur, & eo copiosior, quo mercurius plus & citius descenderit, nec sequitur serenitas, nisi alte iterum ascenderit in tubum. 3. Si mercurio humili ningat, grandinet, pluat; & mercurius ascendere cæperit, brevi cæli constitutio corrigetur in melius. 4. Contra si pluat, & mercurius celeriter descendere pergat tempestas crescit in maius vitium instante procella; quæ, cum regnat, nec mercurius ascenderit, perget sævire; nec minuetur, nisi mercurius ascendere cæperit. - 5. Mercurio humili cælum potest esse serenum, vel cum paucis, rarisque nubibus, vel prænubilum, vel pluviosum, vel ventosum, vel pigrum: mercurio admodum alto cælum potest esse serenum, nubilum, prænubilum, pluviosum, ventosum vel pigrum, quales cæli & barometri constitutiones sæpe sensi. ita cit. Auctor. adde. 6 mutationes celeres mercurii celerem sed non diuturnam tempestatis mutationem indicant. 7. Si præter morem cadit mercurius nec intemperies cæli in eo tractu consequitur, id indicio est, in vicino quodam loco procellas, fulmineas tempestates, aliquando etiam terræ motus contigisse.

CA-

CAPUT V.

De phænomenis quibusdam & experimentis aeris.

Innumerabilia sunt aeris phænomena, & experimenta, quæ stabilitis iam proprietatibus eiusdem non tam exponi multis verbis, quam paucis indicari debent pro instituti nostri ratione.

§. CLXVII.

I. Cohæsionem hemisphæriorum cavorum, quæ ab OTTONE GUERICHIO consule Magdeburgensi *Magdeburgica* adpellantur, ab aeris pressione provenire satis per spicuum est; cum ea aere iterum immisso, aut intra recipientem exhaustum posita facile separentur. Porro vis, qua cohærent; invenitur facile data eorum diametro, altitudine mercurii in barometro, ac pondere mercurii. Nam pressio aeris in hemisphæria, id est, in circulum maximum eorundem tanta est, quanta in eundem circulum oriretur a mercurio ad eam altitudinem affuso, quæ in barometro dato loco ac tempore observatur. Sit diameter hemisphæriorum $=$ a $= 3$ digit. Area circuli maximi æquatur facto ex peripheria in quartam diametri partem; peripheria autem data diametro a, & ratione generali diametri ad peripheriam 113: 355 reperitur hac analogia:

$$113 : 355 = a : \frac{355a}{113}$$

unde circulus maximus erit $= \frac{a}{4} \times \frac{355a}{113} = \frac{3195}{452}$

$= 7\frac{31}{452}$ digitis quadratis. Si columna mercurii, cuius basis est pollex quadratus, & altitudo $29\frac{1}{2}$ dig. 15 Libras adpendit, (§. CLI.) atque hæc pro dato loco ac tempore sumatur altitudo mercurii in barometro,

tro, erit vis aeris, qua hemisphæria compressa tenet

$$= \frac{31}{452} \times 15 = 106\frac{13}{452} \text{ libris.}$$

Si hemisphæria penitus evacuata sint aere, vis cohæsionis paullo maior erit, quam pressio aeris efficeret: Attractio enim marginum lævigatorum, præsertim si sebum interponatur, suum quoque effectum habet.

§. CLXVIII.

II. Si tubus utrinque apertus GFH (F. IX. T. III.) aquæ stagnanti in vase ABCD immergatur; ea primum intra tubum ad lineam libellæ AB assurget: quodsi vero embolus E, qui cavitatem tubi exacte expleat, attollatur, orietur inter embolum & superficiem aquæ spatium ab aere vacuum. Quare aer externus aquæ stagnanti incumbens eandem intra tubum eo usque elevabit, dum columna aquæ elevatæ in æquilibrio sit cum tota columna aeris, hoc est, ad altitudinem 34 pedum circiter (§. CLV.) Atque hoc est fundamentum ascensus aquæ in *Anthas suctorias*, uti adpellant. Similiter fere transfluxus aquæ per syphones inæqualium crurum explicatur.

§. CLXIX.

III. Experimenta, quæ ope antliæ pneumaticæ fieri possunt, ad omnem prope Physices partem pertinent. Ac 1. intelligitur corpora terrestria inæqualis ponderis ceu plumbum & pluma remota aeris resistentia æquali celeritate decidere. 2 Vim expansivam aeris ipse descensus eiusdem in cylindrum antliæ, embolo extracto ostendit. 3. Ex resistentia aeris externi in extrahendo embolo post plures suctiones difficultas continuo maior sentitur. 4. Ob eandem caussam recipiens adhæret disco antliæ. 5. Si intra recipientem maiorem ad latus ponitur recipiens minor; aer vi sua elastica etiam ex minore circa infimum limbum erumpit. Immisso dein in maiorem celeriter aere, is mi-

minori incumbens corium, cui insistit, comprimit. 6. Ex fluidis intra recipientem positis copiosus aer erumpit, qui proin aeris externi pressione antea cohibebatur. 7. Si cuprum, ferrum, stannum &c. immerguntur aquæ, exhausto recipiente aer se expandit, & globulorum instar per aquam eluctatur, dein superficiei instar roris innatat. 8. Si suberi tantum ponderis additur: ut ægre tandem mergatur; remoto aere ascendet una cum pondere, quia aer intra poros constrictus, dum sese expandit, & fortassis etiam bullæ aeris superficiei suberis adhærentes volumen levius efficiunt. 9. Vesica flaccida relicto pauxillum aere pondus impositum attollit. 10. Eadem ope ponderis in aqua submersa postea ascendet, aere interno maius volumen efficiente. 11. Similem ob caussam pisces, etsi non emoriantur, tamen superficiei innatare coguntur. 12. Animalia non tamen insecta, aere exhausto enecantur immiti experimento, quo eundem ad respirationem necessarium esse demonstrare volumus cum id nemo in dubium vocarit. 13. Carbones vivi & flamma exspirant remoto aere, ac fumus & vapores deorsum vergunt, aut campanæ adhærent. Sic dum aer atmosphæricus rarescit, vapores decidunt; quorum sustentatio certam densitatem poscit. 14. Vitrum oblongum utroque extremo adcurate secetur cultro, ut planum sit; tum imponatur mercurio; aer dum exhauritur, e poris ligni se explicabit: immissus iterum & superficiei mercurii incumbens, hunc in poros ligni intrudet; unde & pondus istius, & color mutabitur. 14. Aere remoto deficit sonus: condensato intenditur.

CAPUT VI.

De Sono.

In motu aeris, quo eius particulæ seu maiora etiam volumina velocitate quadam constante de loco transferuntur in locum alium,

um, ventum constituimus; est vero alius eiusdem motus: quo particulae concitantur ad tremorem, dum subito compressae ad spatium quoddam excurrunt, sed cessante compressione se iterum expandunt, & ad pristinum locum redeunt. Motus hic tremulus, qui & vibratorius *adpellatur, sonum efficit, de quo nunc differendum est. Distinguitur autem sonus ab ortu, qualis est in ipso corpore sonoro, diciturque* primitivus: *a propagatione, dum communicatur medio, cuius ope ad organum defertur, estque is* derivativus; *denique a sensatione, uti organum auditus ita adficitur ut* sensatio soni *in anima existat.*

§. CLXX.

Propositio I. *Sonus primitivus consistit in celerrimis oscillationibus corporis sonori, aut motu tremulo partium eiusdem maiorum.* Prob. Quotiescunque a corpore sonoro per medium quoddam ad organum defertur sonus, eiusque perceptio in nobis existit, reipsa oscillationes illae, ac tremores corporis sonori aut maiornm illius partium habentur, eaedemque phaenomenis explicandis sufficientes sunt: igitur caussa soni primitivi hic proposita omnino genuina est. Corpora sonum non edunt, nisi percutiantur, fricentur, vellicentur: quae magis rigida sunt, magisque elastica, sunt etiam magis sonora: mollia vix sonant, nisi percussio maior sit. Chordae tam metallicae, quam ex ovium intestinis confectae sonum non praebent, nisi tensae; atque ob vim elaterii ad oscillationes dispositae, si postea fricentur: admota panni lacinia, aut plectro, quod sebo inunctum fuit, percussae tacent. Campanae gossypio involutae, nolae manu compressae, cum tremores hoc modo habetentur, debiles edunt sonos. Aer ipse leniore motu, seu vento translatus non sonat; at si per rimas ianuarum & foramina penetret, comprimaturque per angustos meatus prorumpens, sibilos edit. Si tabulae ligneae ad unam extremitatem imponatur vasculum mercurio plenum, eaque ex parte altera percutiatur, ad quemvis ictum licet exiguum undulationes mercurii conspiciuntur, quae tremoris, qui in partibus tabulae ligneae percussione oriuntur, manifesto indicio sunt. Nec tamen quovis motu vibratorio sonus editur, patet id in chorda sebo illita, quae vibrat: nec

ſonat: in forcipe quadam compreſſa, quæ poſt multiplicem vibrationem ſe reſtituit; & nec ipſa ſonat. Imo & aer ſæpe movetur ſine ſono, vix tamen ſine aliqua compreſſione, & continua ſuccedente reſtitutione. Vulgo diſtinguitur a Phyſicis vibratio totalis corporum, & partialis. *Totalem* vocant, quando omnes partes coniunctim eodem prope inter ſe conſervato ſitu moventur, ceu virga penduli. *Partialis* eſt motus vibratorius, & tremulus partium ſeorſim, quo inter ſe colliduntur, vibrantur, & oſcillando hinc inde a ſuo relate ad alias ſitu excurrunt. Porro hæ vitra tiones partiales non minimas moleculas ſeorſim, ſed maiores corporum partes adficiunt; nam corpora præſertim magis ſonora componuntur ex fibris aut filamentis, quorum partes ſingulariter inter ſe cohærent. Eiusmodi ſunt chordæ ex animalibus, quarum fila contorta ſunt, dein metallicæ, quæ in longum fortiſſime tendi poſſunt. Campanæ tum vitreæ tum metallicæ ex infinitis veluti circulis, aut annulis elaſticis conſtant, quæ valida percuſſione campanæ facta figuram adeo immutant, & per vices ellipticam induunt, id quod admotis in diſtantia minima ſtilis deprehenditur, quos campana per vices attingit. In vegetabilibus, ceu lignis fibræ oblongæ in ipſos oculos incurrunt. Alia corpora ex lamellis aut ſtratis tenuiſſimis componuntur; quæ æque ac chordæ motus tremuli recipiendi capaces ſunt, ut, in lapidibus fit, ac marmoribus. Hæc filamina ergo aut lamellæ ad vibrationes concitantur, dum ſonus editur, non vero ſingulæ illorum moleculæ ſeorſim. Imo nec illud requiritur, ut ſingula fila diſtinctam ſemper vibrationem & diverſam a vibratione totali habeant. Siqua chorda ea vi percutitur, ut intra 1'' efficiat 100 circiter oſcillationes, ea ſonum edit, ſecundum experimenta Krafftii. Hinc in fidibus videtur motus partialis filamentorum omnino communis eſſe ac ſimilis motui totius chordæ.

Niſi oſcillationes ſeu totales, ſeu partiales, uti eas explicavimus, ſint admodum celeres, ſonum non producent, quia eo caſu aerem duntaxat removebunt, nec comprimentent, quantum ſatis eſt ad percipiendum a nobis ſonum. Id contingit, ſi brachia forcipis focariæ primo con-

coniungantur manu, postea dimittantur. Enimvero tremunt illa, sed nimis tarde hoc casu, vix ut decem oscillationes conficiant intra 1''. At si forceps alliditur ad corpus durum, eum tremorem concipit, ut sonus distincte percipiatur. Cum enim aer ob celeritatem oscillationum cedere non possit, comprimi debet, motumque vibratorium concipere. Sic tremor chordæ aut fuscinulæ vulgaris ad corpus durum allisæ tam celer est, ut vix oculis percipi possit, admoto autem digito manifeste percipiatur. Qui per vibrationes partiales motum singularum molecularum denotant, hoc adferunt experimentum: si guttula mercurii imponitur laminæ chalybeæ atque ista percutiatur, illa tremit, & subsultat, etsi in unico prope puncto laminam contingat. Igitur illud punctum, seu pars minima guttulæ subiecta tremit, quando sonus editur; At enim ex hoc colligi quidem potest, partem minimam laminæ infra guttulam tremere non vero eandem tremere seorsim & solitarie; quia mercurius æque subsultabit, si integra fibra aut maior lamella chalybis una tremat, uti chartula, quæ chordæ imponitur, hac percussa tremit etsi tota chorda non sola pars chartulæ subiecta tremat. Sint bini tubuli vitrei similes, & eiusdem diametri, sed longitudinis in ratione dupla. Hi allisi ad corpus durum circiter consonant in octava. Si iam sonus in tremore partium minimarum consistit, nulla erit ratio diversi toni; quia partes minimæ utrinque æquales, ac penitus similes sunt. At si integræ fibræ longitudinales, quibus vitrum constat, concipiuntur tremere; in breviore tubulo oscillationes erunt celeriores, ac duplo plures intra idem tempus, si in octava consonat cum longiore, uti de chordis similibus, & quarum una est subdupla alterius, mox exponemus. Denique quia corpora sonora percussione facta per solam vim elaterii tremunt; is tremor non nisi secundum certam directionem concipi potest, uti nimirum elaterium secundum directionem quandam tenditur, aut comprimitur. Quapropter vibrationes partiales corporum sonantium non alio, quam supra declaravimus, sensu intelligi possunt.

§. CLXXI.

Obſervationes de oſcillatione chordarum, ſeu fidium. I. Sumantur fides eiusdem longitudinis, *diverſæ tamen craſſitiei*, & tendantur ſingulæ ponderibus æqualibus. Hæ percuſſæ eodem prorſus modo, eademque vi, ſingulæ ſingulos ſonos dabunt diverſos, tenuiſſimæ acutiſſimum, & ut quæque craſſior eſt cæteris, graviorem. Vis ponderis tendentis apud ſingulas eadem quidem eſt; ſed cum hæc vis dividatur in totam maſſam ſingularum, non æque tendet fibras ſingulas, ſed magis has quidem in chorda tenuiore, minus in craſſiore; quoniam ergo vis elaſtica chordæ eſt in ratione tenſionis, neceſſe eſt, ut alia ſit vibratio in chorda tenuiore, alia in craſſiore. Dicatur maſſa chordæ M, pondus P; erit vis elaterii in his chordis $= \frac{P}{M}$.

II. Si duæ chordæ æqualis longitudinis, & craſſitiei *inæqualibus ponderibus* tendantur; illa iternm acutius ſonabit, quæ maiore vi tenditur, utpote aucta vi elateris: cum igitur elateres, ſi longitudines ſint æquales, ex priore formula ſint directe ut pondera, & reciproce ut maſſæ; ſequitur, ut ſi & pondera ſint æqualia; ob valorem P conſtantem, iidem ſint reciproce ut maſſæ, ſeu $= \frac{1}{M}$; ſi vero maſſæ ſint æquales, elateres $=$ P, ſeu directe ut pondera.

III. Chordæ ex materia homogenea æqualis maſſæ & æqualium etiam ponderum, ſi longitudine differunt, non eundem ſonum dabunt; ſicut enim alia eſt oſcillatio penduli brevioris, alia longioris; licet idem ſit pondus tam virgæ, quam maſſæ adpenſæ; ſic etiam hic, etſi eadem vis adplicetur, & maſſæ æquali; alium tamen effectum habebit in longiore, quam breviore, ut vis in effectu revera ſe habeat reciproce ut longitudines. *Ex his infertur, diverſitatem ſoni in corporibus homogeneis a tribus pendere, eſſeque in ratione quadam compoſita ex aliqua directa ponderum tendentium, & inverſa tam maſſarum, quam longitudinum;*

ut adeo si vis elateris ad vibrationem exprimatur per $\frac{P}{M}$, & longitudo chordae per L, fiat $\frac{P}{LM}$; quo quidem modo diversitas soni in homogeneis examinanda est. Hinc tot quoque existent diversi soni, quot sunt combinationes diversarum rationum, exceptis iis, in quibus aequalitas rationum compositarum intervenit.

IV. Si (F. XI. T. III.) chorda A B in A fixa, in B trochleae circumvoluta tendatur pondere P, & a situ recto A C B detorqueatur in situm A D B, ea per vim tensionis duabus quasi viribus agitur B D & A D, quae in parallelogrammum constructae aequipollent vi D F huic vi compositae aequalis est, & opposita vis elaterii agens directione D F, per quam fit restitutio cessante tensione, ita, ut punctum D motum suum acceleret usque ad C, atque ita celeritate aucta in alteram partem versus F excurrat, donec extinguatur, eo fere modo, uti fit, in pendulis. Et quoniam omnes partes chordae motum habent communem, quaevis pars m arcum suum seu minimam lineolam m n eodem tempore percurret, quo suam percurrit punctum D, ut proinde vis semper sit proportionalis spatio percurrendo; Hinc autem recte infertur, quodvis punctum in chorda haud aliter oscillare, ac pendulum in cycloide. Sicut enim in tali pendulo vis semper est in quovis puncto curvae, ut eius distantia ab infimo puncto cycloidis, ut proinde quivis arcus sive maior, sive minor, per eiusmodi vim aequali tempore percurratur, atque omnes oscillationes isochronae sint; sic pariter vis elateris in chorda semper est proportionalis spatio percurrendo, & manente eadem tensione chordae arcus maior aut minor intra idem tempus absolvitur.

V. Quemadmodum ergo in cycloide tempora, sive durationes singularum oscillationum sunt in ratione composita ex directa subduplicata longitudinum & reciproca subduplicata virium (Mech. §. CCXLIX) ita tempora vibrationum in chordis eandem servabunt rationem, idque solum discriminis intercedit, quod vis tota, qua vibratio fit in chordis, per massam & pon-

dus exprimenda fit, uti ex n. I. huius §. patet. Quapropter si binæ sint chordæ diversæ ponderibus inæqualibus tensæ, erunt vibrationum tempora T & t hoc modo exprimenda:

$$T : t = \sqrt{\frac{LM}{P}} : \sqrt{\frac{lm}{p}}$$

Et quia numerus vibrationum intra datum tempus confectarum est reciproce ut tempora seu durationes singularum vibrationum, erit

$$N : n = \sqrt{\frac{P}{LM}} : \sqrt{\frac{p}{lm}}$$

Si iam ratio numeri vibrationum in chordis homogeneis quæritur, in quibus massæ sunt ut crassities sive quadrata diametrorum ($D^2 : d^2$) ductæ in longitudines L, formula abit in hanc $N = \sqrt{\frac{P}{D^2 L^2}} = \frac{\sqrt{P}}{DL}$, & formula exprimens durationes singularum oscillationnm erit $T = \frac{DL}{\sqrt{P}}$, hoc est, *durationes singularum oscillationum in chordis homogeneis sunt directe ut diametri, & longitudines chordarum, & reciproce ut radices quadratæ ponderum tendentium.* Hinc facile colligitur ratio durationum in binis chordis homogeneis, si unus aut bini termini comparationis in formula ponuntur constantes.

§. CLXXII.

Propositio II. *Differentia soni gravis & acuti pendet a numero, & celeritate vibrationum intra certum tempus factarum.* Probatur. Teste experientia chordæ eo acutius sonant, quo maiore vi tenduntur: quo minoris sunt longitudinis & diametri. Hoc autem modo nihil aliud fit, nisi ut numerus oscillationum intra certum

tum tempus augeatur; nam ex §. præ· $N = \frac{\sqrt{P}}{DL}$.

Quemadmodum igitur sonus, uti est in corpore sonoro, generatim in oscillationibus consistit; ita sonus magis minusve acutus a numero & celeritate oscillationum repeti debet.

Ex numero oscillationum species soni, id est tonus gravis & acutus pendet; idem autem sonus acutus, aut idem sonus gravis aliam præterea differentiam admittit, quatenus intensior, aut remissior esse potest. Quapropter ea quoque res explicanda est.

§. CLXXIII.

Propositio III. *Differentia soni intensi & remissi pendet a magnitudine seu amplitudine singularum oscillationum.* Prob. Quo fortius percutitur, aut vellicatur chorda, manente, eadem tensione, longitudine & diametro, eo maiores seu ampliores oscillationes facit, sive eo intensius sonat manente pariter *eodem* numero oscillationum intra certum tempus peractarum, quia, ut §. CLXXIV. n. IV. diximus, vires elaterii semper sunt ut arcus seu spatia percurrenda, & oscillationes isochronæ. Sicut ergo in pendulis spectari debet tum celeritas singularum oscillationum, ac numerus earundem; tum amplitudo arcuum, in quos pendulum excurrit; ita in sono spectanda est celeritas ac numerus oscillationum, ac præterea magnitudo earundem. Numero diverso oscillationum in pendulis, si sint diversæ longitudinis aut virium acceleratricium, respondet diversa species soni gravis, vel acuti: amplitudini vero oscillationum in pendulis respondet intensio, vel remissio soni.

§. CLXXIV.

Propositio IV. *Aer a corpore sonoro concitatus tremores concipit ipsis tremoribus seu oscillationibus corporis sonori analogos.* Probatur.

I. Ex binis chordis æqualiter tensis & unisonis una percussa, sonat & altera, & tremorem concipit oculis sensibilem: Si duo vitra æqualia ad eandem altitudinem fluido repleta iuxta se ponantur, & super unius marginem digitus madefactus circumducatur; ad huius sonum titillat & alterum eodem modo; quatenus nempe tremor chordæ aut vitri unius communicatur ambienti aeri: & ab hoc chordæ aut vitro alteri. Similitudo motuum utriusque chordæ aut vitri manifeste ostendit, aeris tremores pariter similes fuisse tremoribus corporis sonantis.

II. Sit (F. XII. T. III.) portio aeris A B C D in statu naturalis suæ densitatis. Impellatur hæc portio celerrime a chorda oscillante, ut conficiat spatium EF. Ob resistentiam alterius aeris in G, versus quem movetur, comprimentur partes extremæ B D, & per has aliæ contiguæ interiores; cum intremæ partes alterius extremi A C moveri pergant, & similiter partes anteriores in spatium arctius comprimant, ut adeo puncto E delato in F spatium aeris non iam sit A B C D, sed a b c d, vel m n p q, prout nimirum impulsio fortior, aut minor fuerit. Eiusmodi spatium portionis aereæ, quæ una movetur, comprimitur, & post compressionem se restituit, a Newtono vocatur *pulsus*, ab aliis ob analogiam quandam cum undis *latitudo pulsus sive undæ aereæ* In eadem autem latitudine pulsus, sive portione aerea ABCD spectari præterea potest *spatium compressionis*, quia eadem portio comprimi potest in spatium a b c d, vel m n p q, ut proinde latitudines sive spatia pulsuum a spatiis compressionis diligenter distinguenda sint. Sed cessante iam portionis aereæ ABCD compressione in spatium a b c d, motuque in F extincto, si utraque ex parte nullum esset obstaculum, ea portio se ibidem æquabiliter restitueret in statum pristinum, ac in volumen A B C D quiescente puncto E in F, fieretque restitutio æquali vi ac tempore. quo facta est compressio. At vero, cum altera portio aeris, versus quam prior movebatur, etiam ipsa aliquantum iam compressa resistat, agente vi elastica haud secus, ac duo globi eadem celeritate, qua concurrunt, utraque portio resiliet, prima ex F in E sese

ex-

expandendo, altera versus H, ubi explicato superius modo & ipsa comprimetur, & impellet tertiam, qua resistente, secunda resiliet se expandendo in G; tertia in partem contrariam ibidem compressa impellet quartam; & sic deinceps propagabuntur pulsus in infinitum, manente eadem medii densitate, & elasticitate. His iam præmissis analogia tremorum aeris cum tremoribus corporis sonori e. g. chordæ in eo consistit, quod spatia pulsuum respondeant celeritati aut durationi singularum oscillationum chordæ, & spatia compressionis amplitudini arcuum, in quos chorda, excurrit, quique intra idem tempus, quo oscillatio durat, maiores, vel minores esse possunt. Ac *primo* quo celeriores sunt chordæ oscillationes, & quo minore tempore durant, eo minora sunt spatia pulsuum: quo tardiores, & longioris moræ, eo maiora; ut, si chorda datæ longitudinis portionem aeris A B C D commovet, alia, quæ duplo citius ac celerius vibrationes suas absolvit, non nisi portionem eius dimidiam commoveat, quæ triplo citius, triplo minorem. Nam universe, *Siquod medium, aut duo media æqualiter elastica impelluntur diversis celeritatibus, spatia pulsuum sunt in ratione inversa celeritatum corporum impellentium, sive in ratione directa temporum, quibus impulsus fit.* Nam quo maior est celeritas corporis medium impellentis, eo minus est tempus, quo vis est adplicata; & quo minus est tempus, quo vis est adplicata, eo minus est spatium pulsus, quia continuo quodam tempore opus est, ut particulæ ad se accedant. Probari hæc quidem propositio in hunc etiam modum potest: quo minus est tempus, quo vis est adplicata, eo minus particulæ impulsæ possunt effugere; quo minus autem effugere possunt, eo magis resistunt: & quo magis resistunt, eo minus est spatium, per quod impulsus propagatur. Sic quo maiore celeritate glans plumbea ianuam versatilem, vel pinnulam ferit, eo magis immota manet; quia vis impressa per reliquas partes ianuæ, vel pinnulæ tam brevi tempore, quo glans plumbea adplicata est, satis propagari non potest. Ex his patet, quod in sono acuto ob maiorem celeritatem spatia pulsuum sint minora: in sono gravi ma-

maiora; ita, ut sonus acutus in octava habeat spatium pulsus subduplum eius, quod sono gravi respondet. *Secundo* Si chorda intra idem tempus maiores in arcus excurrat & vi validiore tremit, manente eodem spatio pulsus dabitur maior portionis aereæ compressio. Dum enim aer maiore excursu chordæ urgetur per maius spatium usque in F, quam debiliore usque in P, portio eadem aeris ABCD magis etiam compressa erit in F; ubi occupabit spatium m n p q, quam in P non nisi ad spatium a b c d coacta. Verum hoc non obstante, quoniam oscillationes chordæ sunt isochronæ, & vis se restituens, uti & celeritas ex hac genita semper proportionalis est vi comprimenti; aer sive in P, sive in F compressus, in reditu se ad idem spatium, eodemque tempore restituet. Quam ob rem tum experimentis, tum ratione colligi potest, tremores aeris analogos esse tremoribus, & vibrationibus corporis sonori. Ratio huius rei tum a diversa celeritate & amplitudine oscillationum corporis sonori, tum ab aeris elasticitate, & propagatione motus in fluido elastico excitati petitur; nec vero opus est, ut ad undas in aquis excitatas confugiamus, quæ in superficie earum maxime hærent; cum vibrationes aeris a corpore sonoro veluti quaquaversus per superficies concentricas propagentur.

§. CLXXV.

Explicatio Phenomenorum.

I. Quicunque sonus gravis & acutus intra æquale tempus æquale spatium propagatur. Etsi enim vibrationes soni acuti celeriores sint vibrationibus soni gravis; tamen eædem sunt magis concisæ ut aiunt, sive minora spatia pulsuum habent in aere; quia, ut diximus paulo ante, spatia pulsuum sunt in ratione inversa celeritatum corporum impellentium. ' Spatiis autem pulsuum respondet tempus restitutionis in aere compresso, & ratio propagationis motus; nam in medio elastico, quo maius est spatium pulsus, sive quo plures particulæ in directum positæ vibratione quadam chordæ fuerunt impulsæ & compressæ, eo maius est tempus, quo omnes simul ad restitutionem indigent; quia restitutio singu-

larum

larum particularum fit succeſſive, & continuo quodam tempore eget; ut adeo, quo plures una impulſæ & compreſſæ fuerunt, eo maius ad reſtitutionem earundem tempus requiratur. In ſono igitur gravi, ſi ſpatia pulſuum duplo maiora ſint, quam in acuto, etiam duplo tempore ad reſtitutionem particularum aeris pulſum conſtituentium opus eſt; & in ſono accuto, etſi plures eodem tempore in aere fiant impulſus, quia corpus acutius ſonans intra idem tempus *ſæpius* oſcillat; at ſpatia ſingulorum pulſuum ſunt minora, quia idem oſcillat *celerius*, ut proinde reſtitutio particularum aeris pulſum conſtituentium breviore tempore peragatur. Sint ſpatia pulſuum in ſono acuto (F. XIII:) i c, c a, a e &c: in ſono gravi, qui octavam prioris efficit, ſpatia pulſuum ſint o p; p q &c: duplo maiora. Quo tempopore in ſono acuto fit compreſſio in parte aeris i c; in ſono gravi fit ſola compreſſio partis o p; dum vero in hac parte fit reſtitutio, nova compreſiiio & reſtitutio fit in pulſu c a ſoni acuti.

II. Pro invenienda velocitate ſoni varia inſtituta ſunt tentamina diſpari eventu non enim eadem reperiebatur celeritas ſoni, ſine dubio ob diverſam aeris denſitatem, & elaſticitatem. Quin dubium iam nullum ſupereſt, ſecundo vento ſoni propagationem accelerari, adverſo retardari. Pro media velocitate ſoni paſſim ex Anglorum obſervationibus ſumitur, ea qua is intra 1″ conficit 1142 pedes Londinenſes, ſeu 1070 Pariſinos $= 12840$ dig. Si ventus velociſſimus, ac vehementiſſimus intra 1″ conficit 66 ped. Londin. (: §. CLIX.) erit velocitas eiusmodi venti ad velocitatem ſoni $= 1 : 17\frac{1}{3}$.

III. Ponatur chorda, quæ 100 oſcillationes peragit intra 1″ quoniam intra hoc tempus ſonus propagatur per 1070 ped. Pariſ. erunt intra talem tractum aeris, qui 1070 pedes continet, ſimul centum pulſus ad finem minuti ſecundi; hinc invenitur ſpatium pulſus unius $= \frac{1070}{100} = 10,7$ ped. Cl. Sauveur obſervavit, tubum apertum vitreum 5 circiter pedum Pariſ. eundem tonum edere, quem chorda centies oſcillans intra 1″. ob ſimilitudinem toni dicendum, totidem oſcillationes intra

idem

idem tempus peregiſſe tubum, ac proin ſpatium pulſus = 10, 7 prope duplum fuiſſe longitudinis tubi. Accepto alio tubo 2 circiter ped. reperit, eundem ab eo tonum edi, qui editur a chorda 243 oſcillationes peragente intra 1''. magnitudo pulſuum ab hac chorda, & tubulo effectorum in aere erit = $\frac{1070}{243}$ = $4\frac{2}{5}$ proxime, id eſt, duplo iterum maior longitudine tubuli. Porro ſonus acutiſſimus dicitur habere 6400 pulſus, ſeu vibrationes intra 1''; graviſſimus vero $12\frac{1}{2}$. diviſo igitur per hos vibrationum numeros ſpatio ſoni propagati, prodit ſpatium pulſus aerei pro ſono acutiſſimo rotunde 2 digit. pro graviſſimo 86 ped. proxime. Claritas & intenſio ſoni aere ſereno, ac puro, magisque elaſtico maior eſt, quam cælo vaporoſo & pluvio: noctn item maior, quam interdiu, ubi aer actionibus & motibus animalium haud parum agitatur.

IV. Ex antlia, ſi horologium vitrum contingit, vel corpori duro inſiſtit, patet, quod medium, per quod ſonus propagatur, ſit omne corpus elaſticum tremori concipiendo, & propagando aptum, certe corpora etiam dura, ac vaſta obſervamus conſtare fibris ad tremores recipiendos idoneis, vel ſtratis aut laminis maioribus, quæ facta percuſſione non ſegniter tremunt, uti fit in trabe oblonga. Imo ſi tellus, cui ædificium, eſt impoſitum, in loco etiam ſatis diſtante percutiatur malleo, vel ungulis equorum plurium una incedentium, totum ædificium tremit, uti obſervavit P. *Grimaldi* ope radii in ſpeculum immiſſi, qui percuſſione telluris alio in loco facta tremuit, ac tremorem totius ædificii prodidit. Sonus etiam per aquas propagatur. Etſi enim aqua, & alia liquida aquoſa vulgo dicantur dura, & compreſſionis incapacia non tamen id ita intelligendum eſt, ac ſi nulla iis elaſticitas competeret, & comprimi nullo modo poſſint; ſed quod compreſſionem valde modicam admittant, longeque maiori vi reſiſtant, quam aer, aliave corpora plurima. Certe aquæ gutta ex alto delapſa, & in aquam ſubiectam incidens ſonum edit; quod ſine tremore quodam fieri non poteſt. GASSENDUS refert, urinatores ad 10 orgyas infra aquam demerſos fragorem tormenti bellici haud ita procul exonerati

nerati minime audiisse; iidem teste *Sturmio*, cum venatorium cornu sub aquis inflarent, toto corpore contremuere; quia aer infra campanam magis compressus est ab ipsa incumbente aqua, ac præterea undique constrictus diffluere prohibetur; unde repetitis vibrationibus exagitatus, reflexus & in se ipsum rediens vehementius solito contremiscit. Si campana opere figulino elaborata percutitur pertica ferrea suspensa ex binis filis, quorum extremitates auri utrinque immittuntur a manu; sonum maximæ campanæ percipit is, qui perticam ita suspensam, & auribus ope fili adplicatam tenet. Nam tremor fibrarum elasticarum perticæ filis communicatus concitat aerem in organo auditus existentem; cum aer externus maneat immunis a vibrationibus ad clarum sonum sufficientibus. Idem tentari potest forcipe, vel quovis alio ferramento ad corpus durum alliso.

V. Cistula arbitrariæ magnitudinis ex ligno abiegno excavata, instruatur iam chorda una, iam pluribus: uno earum extremo fixo alterum tendatur per pondera varia: chordis supponantur fulcra, seu ponticuli mobiles in ea distantia, qua chordam decurtare placet: quapropter ne elaterium intendatur a fulcro, id chordam radere, non a situ rectilineo detorquere ac tendere debet. Istiusmodi instrumenti genus vocant *Sonometrum*, & pro numero chordarum *Monochordum*, *tetrachordum &c.* Si iam chorda unica in Monochordo ope ponticulorum in partes aliquotas varie dividatur, ac diversis etiam tendatur ponderibus, invenitur ratio numeri vibrationum secundum formulam §. CLXXI demonstratam, eaque chorda tonos edit harmonicos; ut si ponticulus in medio chordæ ponitur, tonus chordæ dimidiæ erit octavus prioris a chorda integra: binæ vero partes sunt unisonæ: numerus autem vibrationum dimidiæ & totius, ut 2 : 1. Si retenta eadem longitudine hi duo toni effici deberent per pondera; sumenda hæc forent in ratione 4 : 1. Si chorda dividatur, ut partes sint 2 : 3; vibrationes erunt his numeris reciprocæ, & dabitur consonantia quinta: pondera vero ad hanc requisita, si longitudo manet eadem, sunt 4 : 9. Pro conso-

fonantia tertia divisio chordæ est $5:6$ pro minore: & $4:5$ pro maiore. Pro quarta $3:4$. Sexta minor postulat $5:8$, maior $3:5$. Ex quibus intelligitur, suavitatem illam, quæ in consonantiis reperitur consistere in rationibus primorum fere numerorum, quas nemo non facile percipit; hinc LEIBNITIUS musicam adpellavit exercitium arithmeticæ occultum nescientis se numerare animæ nostræ. Si chorda ita dividitur, ut longitudines sint ut $1:\sqrt{2}$, quæ est ratio surda; erunt etiam toni quasi incommensurabiles, eritque dissonantia auri displicens, & ut KRAFFTIUS vocat, essentialis; quia vibrationes harum chordarum post nullam periodum unquam conveniunt; prout in harmonicis reipsa contingit. Ex tonis diversis pro chordarum longitudine in Monochordo obtentis petitur explicatio cymbali lignei, vel xylorgani; quod ex bacillis prismaticis ligni durioris ac probe exsiccati componitur; quamquam vitrum & metallum pro ligno nonnunquam adhibeatur. Cum bacillorum longitudo varia sit, certæque rationis, facile intelligitur, cur tonos harmonicos edunt.

VI. Principia generalia, quæ adhuc exposuimus, diversis instrumentis musicis, dein campanis, tympanis &c. adplicari possunt. Tibiarum sonum ante EULERUM vulgo tribuebant tremori ipsius tibiæ, seu laterum internorum fistulæ. Sed observat vir celeberrimus, omnes tibias, quacunque fiant, crassitie, & ex quavis materia, si eiusdem sint longitudinis, eundem prorsus sonum edere; quod fieri haud posset, si sonus a vi elastica aut crassitie laterum penderet. At inquies, intra tibias diversæ amplitudinis diversa etiam massa aeris, ac columna diversæ crassitiei continetur; ergo a sola longitudine tibiæ sonus pendere nequit. R. Sine dubio massa aeris in tibiis inæqualis amplitudinis est diversa; verum ita, ut crescente massa etiam pondus comprimens crescat, nempe columna atmosphæræ premens in ratione baseos. R. tota perspicua fit ex formula exprimente numerum vibrationum, a quo tonus pendet;

$$N = \sqrt{\frac{P}{LM}}$$

Si longitudo tibiæ ponitur eadem, quacunque ex materia constet: erit $N = \sqrt{\frac{P}{M}}$. Porro quia pondus comprimens est, ut massa aeris contenti, erit etiam $\sqrt{\frac{P}{M}}$ quantitas constans, $= 1$, ergo si eadem est longitudo tibiæ, numerus vibrationum intra certum tempus peractarum, ac proin tonus quoque constans, idemque manet. Quæres, quomodo aer instar fibræ aut chordæ possit concipi; cum eius partes non cohæreant: in quavis autem chorda cohæreant? R. Aer per tibiæ orificium subtus ingrediens propellit aerem in tibia contentum: is illiditur ad oram tibiæ superiorem, & a resistente atmosphæra comprimitur, qui cum se restituit, aer impulsus per totam tibiæ longitudinem se extendit, & chordam aeream ad latus tibiæ premit; hinc oscillatio totius chordæ, seu columnæ aereæ existit.

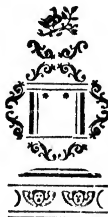
VII. Echo ex reflexione soni nascitur non quacunque, sed ordinata, quæque fit ab idoneo obice ad certam distantiam remoto. Quia sonus intra 1'' percurrit 1070 pedes; & sonus in se reflexus eandem viam bis percurrit; hinc, si obicis distantia a caussa 535 pedibus distet, & auris prope caussam sonantem sita sit, tum inter sonum prolatum & redeuntem tempus minuti secundi intercedet; adeoque omnes voces, quas aliquis intra hoc tempus profert, ipso desinente loqui, iterum audientur. Quo maiore intervallo obex a sono emisso remotus fuerit, eo plus temporis inter reditum intercedet; idcirco huiusmodi Echo erit polysyllaba, id est, plures syllabas aut voces repetens, quæ ab obice propinquiore duntaxat redditur monosyllaba. Pro distantia igitur obstaculorum Echo fit *polysyllaba*, pro numero eorundem, si idonea sint, & apto ordine collocata, fit *polyphona*, id est, eandem syllabam aut vocem sæpius repetens.

Reflexio soni, quæ fit a speculis sphæricis, parabolicis, ellipticis eodem prope, uti in luce explicavimus, modo continget.

VIII. Sonus, uti in obiecto existit vel aere, nihil est, nisi motus celerior, vel tardior, plurium aut pauciorum partium simul oscillantium. Pariter uti sonus in organo auditus existit, non nisi motus est mediante aere fibrillis nerveis impressus: hinc vero secundum leges commercii, quod inter animam, corpusque intercedit, sensatio soni in nobis oritur. Constructio organi auditus ipsa auris artificialis inspectione multo citius, quam solis verbis aut delineatione percipi potest. Quapropter eius descriptione superdere me posse censeo. Vocem humanam, & animalium ex analogia tibiarum explicabant non pauci; Sed Ferreinius ad chordarum analogiam recurri debere docet. Institutis enim experimentis ostendit, glottidem ex plurimis nervis componi, qui cartilaginum ope diversis modis tendi, laxarive possunt; ut adeo, velut pecten super chordas variæ longitudinis, diversoque modo tensas tonos admodum differentes edit; sic aer in nervos illos vario modo tensos incurrens tonos itidem varios efficere debeat.

Mirum videtur quibusdam, plures, diversosque sonos eodem tempore citra confusionem excitari, & distincte percipi a nobis posse. At enim spectata temporis divisibilitate, ac subtilitate partium aeris, nec in eadem minima molecula nec eodem penitus tempore motus ac tremores diversi in aere concipiendi sunt. Organum auditus non sane punctum est indivisibile, sed proportionatam habet dimensionem; quæ pro varietate partium varias impressiones eodem *etiam tempore valet recipere. Accedit, quod soni, quos simul a nobis, eodemque tempore percipi indicamus, reipsa haud simul adveniant, sed succedant alteri alteris; verum ob ingentem celeritatem, mentisque ac organorum imperfectionem exigua intervalla, successionemque haud discernimus. De distantia obiecti sonori, & positione eiusdem, ac directione soni iudicium ferimus quoquo modo partim ex intensione & remissione soni, partim ex adfectione quadam experimentali,*

tali, qua iam inde a primis annis didicimus, organum, hoc potius, quam alio modo adfici, quando obiectum hac parte non alia, in hac potius, quam alia distantia situm est. Sæpe autem in his iudiciis ratiocinium quoddam intervenit, quo distantiam, & positionem obiecti colligere adlaboramus. Nonnunquam ex defectu rationum, queis eiusmodi ratiocinia constant, nihil iudicare possumus, ut si repente, nobisque non cogitantibus oriatur sonus, strepitusve; tum enim aures arrigimus, & circumspicimus in omnem partem.





SECTIO IV.

CAPUT I.

De Proprietatibus aquae.

Nemo est, teste Boerhavio, qui ex ipso usu qaotidiano non iudicet, aquae naturam satis sibi esse perspectam; at vero, siquis eius proprietates diligentius scrutetur, facile intelligit, quantum a cognitione intimae illius naturae etiam nunc post observationes & experimenta plurima absimus.

§. CLXXVI.

Definitio. Aqua est corpus diaphanum, constans particulis subtilissimis, valde modicae compressionis capax, multa corpora dissolvens, ipsumque facile resolubile in vapores, saporis omnis & odoris per se expers, plurimis partibus heterogeneis passim mixtum, aere circiter octingenties sexagies gravius.

Passim aqua corporibus fluidis adnumeratur; cum vero sola imminutione ignis interlabentis vis attractiva in Massam solidam illam redigat, fluiditatem aquae non magis naturalem esse censent non nulli, quam metallis, quae igne fundi possunt.

§. CLXXVII.

I. *Diaphaneitas* aquae tam in statu glaciali, quam fluido competit, quamquam non aequali gradu. Teste Muschenbroekio nautae in oceano limpidissimo fundum maris 100 & ultra pedes profundum non nunquam conspiciunt.

§. CLXXVIII.

II. *Subtilitas particularum* aquae ex transitu earundem per angustissimos corporum poros, & tenuissima vasa vegetabilium corporum, & animalium perspicua est. Cl. Nienwentitius vaporem aquae ex Aeoli pila

pila erumpentem tantæ fubtilitatis invenit, ut guttula cufpidi acus tenuiffimæ adhærens faltem 13000 particulas continere debuerit. Cl. KRAZENSTEINIUS vult guttam aquæ grani unius in 51733074 veficulas refolvi. Siquis igitur eiusmodi veficulas ex plurimis aliis multo minoribus aquæ particulis componi cogitet; facile intelligit, fubtilitatem aquearum particularum velut in immenfum excrefcere.. Unde non defuere, qui minimas aquæ particulas aereis fubtiliores cenferent; tranfeunt enim per ea etiam corpora, per quæ aeri via non patet, ceu per membranas & veficas animalium, per fphæras metallicas cavas ingente vi compreffas, per quas aquam roris inftar tranfudare celebri experimento obfervarunt florentini. Aqua chartam præfertim bibulam vix bene tactam permeat, per craffiffima etiam ligna, ipfaque adeo marmora &c. quæ tamen corpora aeri tranfitum intercludunt. Verum etfi hæc quidem miram particularum aquæ exilitatem probent; haud tamen inferri continuo poffe arbitror, aquam aere fubtiliorem effe; tranfitus enim per angufta interftitia non a fola magnitudine particularum, fed a viribus etiam fpecialibus corporum pendet, per quas alia fluida magis, alia minus attrahuntur, uti experimenta tuborum capillarium, atque ipfe tranfitus lucis per corpora diaphana oftendit.. Accedit, quod corpora valde rigida, ceu aqua, vi adhibita citius perrumpant obftacula, quam elaftica, quæ comprimi fe patiuntur.

§. CLXXIX.

III. *Compreffio aquæ* haud nulla eft penitus, uti fupra adnotavi de fono in aqua excitato, In Tranf. Phil. Volum. 52 P. 2da obfervat D. Joannes CANTON, compreffionem aquæ per bis fumtum pondus atmofphæræ effe unam partem ex 10820 totius molis. Alii etiam paullo maiorem compreffionem recentiffimis experimentis aquæ tribuunt. Hæc tamen non obftant, quo minus aqua corporibus duriffimis adnumeretur; nulla funt enim perfecte dura, uti nec perfecte mollia, aut elaftica. Hinc lignum

planitie sua in aquam adactum finditur, ac si in corpus durum impactum fuisset. Globi plumbei ex catapulta oblique in aquam explosi complanantur (ut refert MUSSCHENBROEKIUS) perinde, ac si lapides incurrissent, imo saepe in partes dissiliunt. Ideo si vitrea lagena adcurrate impleatur aqua, & os subere claudatur; si suber attingens iam aquam ulterius introrsum premitur, frangitur lagena. Hinc discimus, inquit cit. Auctor, quomodo aliquot subera (quae comprimi se patiantur) lagenis immittenda sint, si hae aquis plenae ad loca calentia sunt transmittendae.

§. CLXXX.

IV. *Solvit aqua* sales fossiles, vegetabiles, animales, singulos varia quantitate, ut *Boerhavius* observavit, nec intra idem tempus: solvit etiam olea vegetabilium, fermentatione valde attenuata, ceu spiritum vini, aut alcohol. sapones tum naturales, tum arte factos, & ope horum olea: tandem terrestria fere omnia, quae prius spiritus acidos absorpserunt.

§. CLXXXI.

V. *Resolutio aquae in vapores*, eiusque volatilitas ex modico calore orta ex ipsa illius evaporatione, corporumque humidorum exsiccatione colligitur. De qua re memorabiles observationes extant in Act. Acad. Paris. ad Ann. 1764. I. Post lapsas pridie pluvias non terra modo die altera aquis largiter impraegnata est, sed etiam illas passim ob varias suas inaequalitates in lacunulis collectas exhibet. Aquae istae, ex quibus per noctem fere nihil in vapores abit, orto sole sensim imminuuntur, terraque exsiccari incipit, ita, ut decrementum eo maius successive observetur, quo magis aer incalescit; & exsiccatio maxima fit ad maximum diei illius caloris gradum, atque sub vesperum cum ipso calore imminuatur, uti horis matutinis per gradus aucta est. Atque hic ordo non aestivo solum, sed verno etiam, autumnali, imo & hiberno tempore obtinet: celerrime tamen evaporatio & exsiccatio per dies

dies fit æstivos, tardius per autumnales, & vernos, tardissime per hiemales. II. Evaporationis quantitatem exactius determinavit Cl. D. HALLERUS salinarum in Bernatensi republica Præfectus. *Is in provincia Aquensi, cum calor per omnes fere mensis Julii dies in thermometro Reaumouriano ad 28 circiter gradus intenderetur, exposuit libero aeri atque solis radiis ahena, seu lebetes prægrandes aquis salinis repletos. Lebetes isti ex marmore secti $24\frac{1}{2}$ pedes longi, & 14 lati erant. Continuata per 6 omnino annos solertia observavit *primo*, per hyemem fere nihil aquarum in vapores abiisse, ventis licet borealibus, magisque siccis per intervalla spirantibus. Comparatis omnibus in singulos menses observationibus per integrum sexennium evaporatio media inventa est pro mense Martio = 15 lin. Pro mense Aprili = $35\frac{1}{4}$. Pro Maio=48. Pro Junio=49. Pro Julio=47. Pro Augusto=$35\frac{1}{2}$. Pro Septembri = $25\frac{1}{2}$. Octobr. 15. *Secundo* Maxima diurna exhalatio per totum annum, & quacunque aeris ac tempestatis temperie nunquam excessit 3 lineas. *Tertio* Ad eundem caloris gradum, atque eadem aeris serenitate, diversa diversis diebus evaporatio frequentissime observata est. *Quarto* Ad maiorem caloris gradum non raro evaporatio minor erat, maior ad minorem.

De caussa ascensus vaporum alio loco agendum est. Nunc autem vis expansiva vaporis aquei digna videtur animadversione. Certe vapor aquæ calentis, etsi a pondere totius atmosphæræ comprimatur, sese ad minimum in volumen decies quater millies maius expandit, cum pulvis pyrius præstantissimus non nisi in volumen quater millies maius se explicet. Eadem vis expansiva vaporis aquæ colligitur ex sphæra vitrea, in qua aquæ gutta reclusa est. Hæc enim igni miecta maximo cum fragore dissilit. Eandem ob caussam lapides multi, ligna itidem igni imposita favillas cum crepitu eiiciunt, aut cum fragore rumpuntur. Effectus machinæ Papinianæ vi vaporis aquei maxime adscribendus est.

 §. CLXXXI.

§. CLXXXII.

VI. Quo purior reperitur aqua, aut quo adcuratius purgatur ab heterogeneis corpusculis, eo magis *destituitur sapore, odoreque*; ut minime dubium sit, quin ab alienis particulis oriatur, quidquid sapidi, vel odorati habet. Verum aqua naturalis raro, aut forsitan nunquam pura omnino est, sed fere subtilissimis omnium prope corporum terrestrium partibus inquinatur. In quem finem animadvertendum est, aquarum species vulgo sex recenseri. Prima est, quæ ex atmosphæra telluris decidit, forma pluviarum, nivis, aut grandinis. 2. Fontana. 3. Fluviatilis. 4. Putealis 5. paludosa, 6. Marina. Porro aqua pluvia, dum per aerem decidit, eundem quodam modo lavat, secumque defert tenerrimarum plantarum semina, animalcula in aere natantia, sales volatiles, subtiles terras, plurimaque alia, quæ in atmosphæra circumvolitant. Aqua fontana, cum ex pluvia originem fere ducat, ea vix purior est. Præterea inquinatur iis partibus, quas in terra, quam perfluit, solubiles invenit, sive hæ sint terræ, vitriola, metalla, sulfura, vel alterius generis corpora. Putealis aqua per silices exiguos, purumque sabuletum fluens admodum pura est; cæteroquin & terrestribus partibus, uti fontana, inquinatur. Impura est aqua paludosa, & fluviatilis, utpote limos vehens, sordesque omnis generis, quas ventus, aer, homines, pisces aliaque animalia iniiciunt. Aqua marina præter sales continet bitumina, sordesque varias, quia flumina in mare se exonerant. Esse vero non modo aquam salsam, patet, quia sale aquis pluviis iniecto, nunquam marinam efficies. Sapor amarus aquæ marinæ a bitumine ex fontibus submarinis fluente, tum oleis plantarum, animalium, & sale nitroso pendet. Modi, queis aquæ impuræ vulgo purgari solent, sunt 1. *Percolatio*, si per sabulum purum, lapides porosos, ceram virgineam traiicitur. 2. *Evaporatio*; Sic nautæ sublatos aquæ marinæ vapores spongiis, linteis, ac lana excipiunt, aptosque potioni experiuntur. 3. *Præcipitatio*; dum admixta materia

teriæ dissimili heterogenea corpuscula ad fundum deiiciuntur. 4. *Clarificatio*, seu admixtio corporis glutinosi, e. g. lactis, butyri, albuminis ovi &c. quod sordes omnes ad se attrahat. 5. *Destillatio*, quæ sæpius iterata aquam dat omnium purissimam. Ex mixtione partium heterogenearum cum aquis ortum habent *thermæ*, *acidulæ*, *fontes soterii*, *salini*, aliæque *aquæ minerales* pro varia minerarum indole, copia, mixturaque diversa. Hinc Plinius *tales*, inquit, *sunt aquæ*, *qualis terra*, *per quam fluunt.*

Utilitatem, *quæ in omnia naturæ regna ex aqua dimanat*, *his verbis extollit Musschenbrækius in elementis Physicis* „ 1. *omnibus animalibus cedit potui*; *neque* „ *potest aliquod utile vitæ & sanitati præparari potulentum*, *cuius maxima pars non sit aqua.* 2. *Dissolvit* „ *cibos in ore*, *& caussa omnium saporum*, *ab animalibus perceptorum*, *existit*: *aridorum enim in sicco ore* „ *nullus est sapor.* 3. *Est vehiculum omnis nutrimenti* „ *animalis ad quascunque corporis partes.* 4. *Caussa vitæ existit*; *cum sanguinem per vasa meabilem reddat*, „ *eumque diluat.* 5. *Caussa vegetationis*; *& incrementi* „ *omnium vegetabilium est.* 6. *Sed nec fossilia increscerent in terræ gremio*, *nisi aqua partes non nullas* „ *aliis adferret. Nullus lapis*, *silex*, *gemma daretur*, „ *nisi ex aqua cum terris permista succus lapidescens* „ *præpararetur*, *qui aliis allapsus terris in saxa*, *&* „ *silices convertitur.* 7. *Piscium est vehiculum*; 8. *Ut &* „ *navium*, *quibus mercaturam exercemus cum remotissimis populis.* 9. *Pluviam format*, *quæ lapsu suo lavat* „ *aerem*: *& eius ope abluimus quascunque sordes.* 10. „ *Sed & fontium & fluviorum sola est caussa*; *atque* „ *ita movendis molarum alis*, *innumerisque aliis usibus* „ *mechanicis inservit.*



CAPUT II.

De Origine Fontium, & Fluminum.

Tres sunt celebriores de fontium, fluminumque origine hypotheses. Prima est cartesii, qui maris aquas per canales subterraneos ingressas ad remotissima spatia continentis, & radices montium a mari longe distantium infra terræ superficiem deferri censet, & calore subterraneo in vapores extenuatas efferri in altum, & in locis frigidioribus concretas, perque occultos terræ meatus collectas eo pervenire, ubi fontes scaturiunt. Altera hypothesis pariter a mari derivat fontes ac flumina eo discrimine, quod salsedinem & amaritiem aquæ marinæ non calore, & destillatione quadam naturali, sed per filtrationem in locis arenosis deponi statuat. Tertia demum opinio ex vaporibus aqueis ex atmosphæra deciduis, & per rimas terræ ingressis, atque in hydrophilacia collectis fontes, ac flumina deducit: vaporum nomine pluviæ, nives solutæ, grando, guttulæ roris matutini, & auræ serotinæ, & quidquid aquarum per stillicidia insensibilia in terram, ac præcipue montium iuga decidit, intelligitur. Quævis istarum opinionum, si pro caussa generali sumatur, quidquam hypotheticum continet, quod per coniecturam, & ob pauca exempla sumi potest: pro vero, ac præsenti probari non potest.

§. CLXXXIII.

Observatio I. Quævis scaturigo seu fons altior est alveo fluminis, qui ex ipso nascitur: & quivis alveus fluminis per superficiem terræ decurrentis altior est mari, in quod se exonerat. Aqua enim ex fonte in alveum fluminis, & ex alveo in mare non decurreret, sed quaquaversus diffunderetur, nisi loca humiliora inveniret. Idem ex altitudine media barometri colligitur, ipsoque situ fontium, qui fere ex ipsis montium iugis, vel ad radices montium aut collium scaturiunt. Nec tamen in ipsis montium cacuminibus ulli exiltunt fontes, nisi alii maiores circumstent montes, per quorum internos meatus ceu tubos communicantes aqua eo derivetur, sursumque agatur pressione alterius deorsum tendentis.

§.

§. CLXXXIV.

Obſervatio II. Dum quæritur, an origo fontium, fluminumque ex pluviis, nivibus &c. uno verbo ex vaporibus atmoſphæra delapſis peti queat; in primis ad calculum vocanda eſt quantitas aquæ ex iis vaporibus collectæ; ut intelligi quaqua ratione poſſit, eane ſufficiat alendis fontibus, ac fluminibus præſertim perennibus. Pluviarum & nivium quantitatem annuam determinavit vir præclariſſimus D. MARIOTTE in hunc modum. 1. obſervavit, pluvias annuas, quæ in ſolum Pariſienſe decidunt, ſi diligenter colligantur, ad altitudinem 20 pollicum aſcendere; verum ut liberalior ſit calculus ſumatur altitudo media $=$ 15 digit. 2. Inde data hac altitudine & baſi e. g. tractu quodam telluris 60 leucas longo, & 50 lato, qui inter fontem Sequanæ, & pontem Pariſinum interiacet, facile invenitur tota quantitas aquarum intra annum per pluvias & nives decidentium. Nam in ſpatio pedis quadrati unius, qui 144 continet quadratos pollices, poſita altitudine aquæ $= 15$ poll. habebuntur pollices cubici aquæ $= 144 \times 15 = 2160$; & in pertica quadrata (quæ 36 pedes quadratos continet) erunt pollices cubici aquæ $= 2160 \times 36 = 77760$; ſive quia 1728 pollices cubici pedem cubicum efficiunt, facta diviſione in pertica quadrata habentur pedes cubici aquæ 45. Quia leuca continet 2300 perticas; & proin leuca quadrata perticas quadratas 5290000; facile invenitur quantitas aquæ pluviæ in leucam quadratam toto anno decidens. Quoniam denique tractus telluris 60 leucas longus, & 50 latus continet perticas quadratas 3000; efficiet quantitas pluviarum annua in hunc tractum delapſa pedes cubicos aquæ 714150000000, id eſt ſeptingenta quaduordecim millia millionum, centum & quinquaginta milliones.

Calculus nititur altitudine annua pluviarum, quæ etiam iuſto minor aſſumta eſt. Eadem Piſis in Italia ex obſervationibus plurium annorum inventa eſt $= 33$ *dig.* *Liburni ex obſervationibus 4 ann. maior* 35"; *Londini* 19", *in*

in Lancastria Brittaniæ provincia 41, *ultraiecti in Belgio* 24; *Delphis Hollandicis* 27, *Medioburgi in Zeelandia* 33; *Lugduni* 37; *Ulmæ* 26, *Berolini* 19. *Constat, plurimis locis intra zonam torridam pluvias copiosas per plures continenter menses effundi, ut altitudo annua verisimiliter ad* 60 *vel* 80 *digitos pervenire debeat. Caterum quoniam vapores aquei non modo pluviarum, nivis, aut grandinis forma decidunt, sed etiam per stillicidia tenuissima, quorum quantitas ad calculum revocari nequit; hinc patet, quantitatem vaporum aqueorum quotannis decidentium quacunque forma multo maiorem esse quantitate annua pluviarum supra inventa; ac proinde etiam quantitas vaporum aquæ ascendentium, sive evaporatio aquæ maior erit annua pluviarum quantitate. Enimvero id ipsum experientia confirmat. Sedileavius enim observationibus per tres annos continuatis animadvertit, septem ultimis mensibus anni* 1688 *altitudinem aquæ ob avulsos vapores* 22 *dig. & amplius imminutam fuisse, altitudine media pluviarum eodem loco, & intra eosdem menses existente* 11 *digitorum. Anno* 1689 *vapores* 32 *digitos, pluviæ* 18, *anno* 1690 *vapores* 30, *pluviæ* 21 *digitos æquarunt. Sunt, qui pro evaporatione diurna aquarum maris* $\frac{1}{4}$ *pollicis sumi posse arbitrantur; ut adeo evaporatio intra* 360 *dies, sive annua proxime efficeret* 90 *pollices. Sed supra indicatum est* §. *CLXXXI. evaporationem diurnam* 3 *trium linearum, sive* $\frac{1}{4}$ *poll omnium* maximam *esse, quæ intra totum annum quacunque aeris, & tempestatis regione contingit. Accedit, quod in maiore aquarum profunditate, præsertim si fundo molliori incumbunt, haud paullo fortassis minor evaporatio aquæ sit, uti tum minor est caloris intensio, ac conservatio, e contrario crescet evaporatio aquarum maris ob liberrimum radiorum solis accessum, ventorumque flatus & perpetuam agitationem aquarum; cum observante Halleio multo minor sit evaporatio in locis, ubi nec sol, nec venti ulli nec aeris agitatio superficiem liquidorum attingit.*

§. CLXXXV.

Observatio III. Exploratum est, in interioribus

plu-

plurimorum montium colliumque visceribus reperiri hydrophilacia magna, & parva, seu cavitates, quas pluviæ, nives solutæ, & vapores omnis generis per terræ rimas, lapidum fissuras, glebam spongiosam, & arenarum cumulos penetrant, colliganturque alio dein loco exitum reperturæ. Id Valisnerii observationes, Kircheri mundus subterraneus, & ipsa fossorum experientia indubitatum reddit, post duodecim enim fere a pluviis delapsis horas intra fodinas etiam perquam profundas adnimadvertunt paulatim penetrare aquas, ac per tenuissimas vias stillare. Nec alium aqua putealis exsplicatum habet. Sic Erndtelius in Warsavia illustrata testatur, se in puteum descendisse 1600 pedes altum, atque observasse in diversis altitudinibus aquam per rimas terræ in puteum stillantem. Le Monnier in fodinis lithantracum Arverniæ observasse se ait, pluvias ad altitudinem 250 pedum in solum irrepsisse. Sine dubio pro diversa constitutione interna telluris aut montium diversam profunditatem attingent aquæ, cum partes interiores teste Cl. le Pluche e crustis diversissimis componantur, quæ poris plenæ sunt sat amplis, ac rimis quam plurimis. Per has igitur aquæ necessario penetrant, usque dum in stratum incidant argillaceum vel lapideum, quod ulteriorem descensum prohibeat, guttasque colligat in fontem quendam deinceps derivandas.

Ex hac observatione duo colligenda sunt: primo *aquas & vapores in guttulas concretas ad notabilem profunditatem penetrare in terram, montiumque viscera, & maiore copia in receptaculis quibusdam congregari. Nec dubium videtur, quin id locis quam plurimis contingat. Cl. de La Hire experimentum observationibus certis obstare non potest. Is vas plumbeum ad profunditatem* 8 *pedum in terra defodit, deprehenditque, nihil aquæ pluviæ per annos quindecim lapsæ in illud defluxisse. Verum nec satis penetrant aquæ, nec colliguntur quovis loco, nisi aptas vias strataque commoda inveniant. Pro varia constitutione soli, ac situ stratorum quidam montes, collesque fontibus abundant, alii destituuntur.*

§.

§. CLXXXVI.

Propositio. *Origo fontium, fluminumque a vaporibus ex atmosphæra decidentibus potissimum repetenda videtur.* Probanda est *primo* veritas sive realis existentia, ac præsentia caussæ adsignatæ & *secundo* sufficientia.

I. Durante siccitate flumina minuuntur, ac quidem fontes, putei, ac torrentes omnino exarescunt: uti Cl. Mariotte anno prioris seculi octogesimo primo, cum in galliis æstas esset siccissima contigisse refert: e contrario post diuturnas pluvias fontes vel iterum manare incipiunt, vel liberalius aquas effundunt: flumina quoque intumescunt. 2. Rari sunt fontes in iis regionibus, ubi raræ sunt pluviæ, aut nives; eiusmodi sunt plurima loca Africæ ob hanc caussam parum habitatæ. Plerique fontes in montibus vel ad pedem montium oriuntur, a quibus non modo ingens pluviarum, niviumque solutarum vis absorbetur; sed vapores humidos maxima quantitate attrahi constat. 4. Montes, qui stratis argillaceis, lapideisve continendæ aquæ idoneis destituti sunt, aut in quibus stratorum situs recipiendis aut continendis aquis aptus deficit, fere nullos emittunt fontes. 5. Quidam fontes aut lacus primum ineunte, vel adulto vere manare incipiunt, sub autumnum minuuntur aut penitus exarescunt; nempe solis vi liquatæ nives in hydrophilacia defluunt, & ita fontes scaturiunt, vel in alveum latiorem collectæ lacum efficiunt. Hæc quidem omnia manifesto indicio sunt, fontium, fluminumque aquas non nisi a vaporibus ex atmosphæra delapsis originem ducere.

II. Sufficientiam aquarum ex atmosphæra quotannis decidentium pro alendis fontibus ac fluviis Cl. Mariotte collegit in hunc modum. Quantitas aquæ alendo per annum Sequanæ requisita ne quidem sexta pars est aquæ pluviæ annuæ, quæ prope Sequanæ fontem in tractu 60 leucas longo, & 50 lato intra annum decidit. Id quidem perspicuum est, si utraque moles aquarum comparetur. 1. Cum latitudo media Sequanæ sit 400 pedum profunditas media 5 pedum, erit

erit sectio verticalis dicti fluvii = 2000 ped quadr. 2. Experimentis & principiis hydraulicis deprehendit Mariottus quovis minuto primo aquam fluminis 100 pedes circiter infra pontis fornicem procurrere ; ex quo collegit, in tota sectione verticali intra minutum primum pedes cubicos aquæ 200000 devolvi : quavis hora 12000000 : quovis die 288000000 ; demum integro anno 105120000000. Si hæc quantitas comparetur cum annua quantitate pluviarum, (§. CLXXXIV) erit illa ad hanc, ut 1 : 6, 7. Igitur sexta pars aquæ pluviæ annuæ alendo Sequanæ facile sufficit ; cumque in aliis zonæ temperatæ regionibus par, & in quibusdam maior aquæ pluviæ copia decidat ; verisimile est, illius quoque sextam circiter partem aliis fluminibus alendis sufficere.

Celeritas aquæ fluentis minime constans est, ac sæpe plus, quam duplo maior deprehenditur præsertim si pluviis valde increscunt : at non raro eadem etiam minor, uti & latitudo ac profunditas pariter minor, quam in calculo sumebatur, visa est. Si fontibus & fluminibus duntaxat sexta pars vaporum ex atmosphæra delapsorum cedit, reliqua moles aquarum ad nutriendas plantas & animalia, ad irrigandam terram &c. haud ægre sufficiet. Equidem novi, secundum observationem cl. De La Hire plantas immodicam aquæ copiam haurire ; verum dici minime potest, eas radice telluri inserta tantundem sugere, quantum caudice in aquam mersa attrahunt ; quo quidem modo experimentum ab Hirio institutum est. Dein nec totum id, quod plantis in alimentum cedit, fontibus & fluviis continuo detrahitur. Nam ob continuam evaporationem magna pars humoris iterum separatur a plantis, & sub specie roris aut nebulæ decidit, & a ventis ad montium iuga & fontium incunabula deferri potest.

§. CLXXXVII.

Resolvuntur Quædam Dubia.

I. *Etsi vapores ex atmosphæra decidui fontes & torrentes temporarios gignant ; tamen fontibus, & fluminibus perennibus alendis haud sufficiunt præsertim durante*

te ſiccitate; quòd enim iugiter manat, iugi affluxu eget; qui a pluviis incertis provenire haud poteſt. R. I. vaporum, ac tenuium nebularum fluxus quidam, ac ſtillicidium ſatis continuum ac perenne eſt; etſi pluviæ ac nives duntaxat per intervalla, incertisque vicibus labantur. Tenuiſſimæ autem guttulæ iugiter deſtillantes, dum per varias rimas hauriuntur, & velut tubulis quibusdam capillaribus exceptæ evaporationi minus obnoxiæ ſunt, ingentem vim aquarum in hydrophilacia perpetuo conferre debent, præſertim quia pluviis deficientibus multo largius vapores ſtillant, & ſolutio nivium ac glaciei in montibus ob calorem ſiccitati vulgo coniunctum maior eſt. Præterea fontes & flumina non utique parem aquæ copiam profundunt durante ſiccitate, ac dum pluviæ ſtato tempore cadunt. Fateor, difficultatem faceſſere huic ſententiæ Americæ fluvios, qui, cum & plurimi ſint, & maximi, iidemque perennes, vix originem ex pluviis habere poſſunt. Ricciolus Geog. L. X. C. 7 fluvios ſolius Americæ auſtralis æquiparat 2240 Padis Italiæ; qui numerus ſuperat molem reliquorum totius orbis fluviorum ſimul ſumtorum. Nam Americæ Boreali tribuit Pados 619, Africæ 190, Aſiæ 465, Europæ 88. Verum hæc quidem moles aquarum nec ſatis explorata eſt, nec quantitas pluviarum quotannis decidentium. Id conſtat, eos fluvios e tenuibus initiis ad tantam vaſtitatem pervenire, ac montes Americam per inde ac Europam continuo tractu dividere; quapropter excipiendis vaporibus canales maiores deeſſe non poſſunt. Certe cum maris aquæ, etſi tot fluviis augeatur, minime exundent, eosdem circulatione quadam exonerari neceſſe eſt; quatenus nimirum aqua in vapores mutata fontium originem efficiat, præcipue circa loca montoſa, quo vapores maiore copia recidunt.

II. *Complures ſunt fontes, qui fluxum & refluxum maris imitantur; hos igitur cum mari communicare admodum veriſimile eſt.* R. Hæc æſtus ſpecies non niſi in fontibus mari vicinis deprehenditur; ac tum, ſi fontes ſalſi ſint; ea ſine dubio ex communicatione quadam cum aqua maris oritur; ſi autem ſint fontes dulces, for-

fortaſſis aer, dum mare affluit, concluſus in cavitate aquam ſubterraneam continente comprimitur, & aquam extrudit, qua viam reperit; uti in machinis quibusdam aut fonticulis artificialibus contingit; neque enim cavitates, ſubterraneas, in quas maris aqua ſeſe infundat, negamus, ſi ad diſtantiam non adeo magnam ab ipſo mari pertineant. Quod vero iſtiusmodi cavitates in omnibus locis præſto ſint, ubi fontes & flumina oriuntur, profecto mera hypotheſis eſt.

III. *Sub montium arcuatis cavernis non modo receptacula aquarum reperiuntur, ſed integra flumina decurrunt.* R. Extant enimvero quibusdam locis fluvii ſubterranei, ſed qui dulces iam aquas vehunt; neque ex mari verſus cavernas, ſed ex his verſus mare ſe effundunt.

IV. *Sunt fontes, qui non niſi certis horis, & per intervalla manant.* Hi originem trahere videntur ex nivibus montoſa loca obſidentibus; quarum partes ſol certis duntaxat diei horis diſſolvere poteſt.

V. *Inſulæ in medio mari ſitæ ſuos fontes habent, qui perennes aquas ſuppeditant.* In inſulis ob circumfuſum mare admodum copioſus eſt, ac perpetuus vaporum aſcenſus, qui ab inſularibus terris aliisque corporibus attracti, aut in rorem, nebulam, pluvias concreti incredibilem aquæ copiam ſuppeditare debent. In inſulis quidem Philippinis fere per mediam anni partem denſiſſimæ cadunt pluviæ.

His expenſis ſententia a nobis propoſita admodum veriſimilis videatur neceſſe eſt; præſertim ſi difficultates, & arbitrariæ hypotheſes aliarum opinionum, quas recenſuimus, eidem opponantur. Qui maris aquas filtratione purgari autumant, atque ita purgatas in fontes dulces derivari, contrariis experimentis, & rationibus cito confutantur. Valisnerius centies percolavit aquam ſalſam per varia filtra, nimirum per arenas, ſpongias, terras diverſarum minerarum; ſed irrito ſemper conatu. Dein quia pes cubicus aquæ marinæ ſoli expoſitus peracta evaporatione, minimum duas ſalis libras relinquit, in-

incredibilis salium vis a maris aqua, priusquam ad scaturiginem pertingit, deponi deberet. Cartesii sententia nimis hypothetica videtur; nam sine sufficientibus argumentis sumuntur innumeri meatus subterranei a mari per centum milliaria & amplius pertingentes: fingitur in iisdem calor admodum intensus, quo aqua in vapores extenuari queat cum vulgo eo maius frigus observetur in fodinis, quo profundius descenditur. Ne vapores per easdem vias, quibus ascendunt, denuo recidere debeant, sumuntur meatus superne sinuosi, aliaque id genus, quæ ficta ad libitum hypotheseos notam vix effugiunt.



CAPUT III.

De Cursu Fluminum.

Ea fuit plurimorum opinio, leges de velocitate, & quantitate fluidorum e vasis erumpentium ad motum fluidorum per canales, fluminumque per alveos suos decursum transferri posse. Verum experientia, adcurataeque observationes tot in hac re leges, & theorias doctissimorum virorum subverterunt, ut is motus aquarum decurrentium æque systematum, quam repagulorum, aggerumque impatiens videatur. Accedunt anomaliæ innumeræ ab ipsa fluminum indole, soli natura, litorum riparumque constitutione, & alveorum affectionibus variis, ob quas generatim definiri quidquam vix ac ne vix quidem potest. Quapropter potius, indicanda & monenda quædam capita, quam explicanda, aut demonstranda hoc loco sunt.

§. CLXXXVIII.

Definitiones. I. Aqua fat copiosa per canalem superius apertum, seu alveum iugiter defluens, vocatur *flumen.* II. *Sectio fluminis*, vel alvei est planum ad fundum, & motus fluminis directionem perpendiculare, cuius termini congruunt cum terminis aquæ per alveum decurrentis. III. *Alvei regulares* dicuntur, quo-

quorum fectio eft rectangulum; quales fere funt foli artificiales. Nam naturales alvei admodum irregularis figuræ funt; Neque in iis altitudo feu profunditas, nec latitudo fluminis eft conftans; hinc quæri folet ex pluribus obfervationibus altitudo media; quarum facto æquatur fectio fluminis; ut fi ea exprimantur literis initialibus, fit S : s = A L : a l. IV. *filum fluminis* vocatur linea, quæ in fingulis fectionibus tranfit per punctum, in quo celeritas aquæ fluminis eft maxima; neque enim per totam fectionem æqualis eft aquæ decurrentis velocitas, fed minor prope fundum, & ad ripas, quam e. g. in centro fectionis regularis præfertim fi maior eft fluminis altitudo. V. *Celeritas abfoluta* aquæ eft certa ratio fpatii ad tempus, qua exhibetur fpatium, quod intra datum tempus motu æquabili percurri debet: celeritas relativa eft ratio celeritatum inter unum aquæ filum per punctum quoddam fectionis tranfiens, & aliud filum per aliud punctum tranfiens. VI. Flumen in *eodem ftatu manere*, aut *ftatum permanentem retinere* dicitur, quando in eodem loco femper eadem manet altitudo aquæ.

§. CLXXXIX.

Axiomata. I. Quantitas aquæ per datam fectionem in tradatum tempus tranfeuntis æquatur facto ex fectione in celeritatem; uti cum fupra §. CLXXXVI. fectionem fequanæ pofuimus = 2000 pedum quadratorum, & celeritatem = 100, qua nimirum intra minutum primum centum pedes percurrantur; quantitas aquæ intra hoc datum tempus devolutæ neceffario æquatur 200000 pedibus cubicis aquæ. Quia celeritas in diverfis punctis fectionis diverfa eft, fumitur ex pluribus obfervationibus celeritas *media*, ut quantitas aquæ defluentis proxime obtineatur. Sint quantitates diverfæ Q & q; fectiones S & s, celeritates C & c; altitudines fectionum A & a; latitudines L & l; erit Q : q = C S : c s; cumque fit S : s = A L : a l; erit Q : q = A C L : a c l. II. Dum flumen in eodem ftatu permanet, æqualis aquæ quantitas defluit eodem tempore per fectiones quascunque; Secus enim flu-

 men

men intumesceret quodam loco, vel detumesceret, proindeque constans non maneret in eodem loco altitudo aquæ, nec flumen in eodem statu. Erit igitur (si flumen in eodem statu permanet) in quavis sectione $Q = q$; igitur $CS = cs$; consequenter $C : c = s : S$; hoc est, in flumine status permanentis celeritates sunt reciprocæ sectionibus. III. Ex æquatione $Q = CS$; facile intelligitur ratio quantitatum aquæ defluentis, si sectiones, aut celeritates, vel ambæ ponuntur æquales, seu constantes. IV. Sint bini fluvii, alter in alterum influens, uterque retinens, quamdiu in suo alveo sunt, statum permanentem, ut, si diversæ sectiones fluvii influentis considerentur, sit $Q = q$; proindeque $C : c = s : S = al : AL$; ac proinde erit velocitas fluvii influentis C ad velocitatem *eiusdem* in alieno alveo (loquimur enim duntaxat de aqua, quæ de novo accedit) in ratione inversa latitudinis alveorum, & intumescentiæ a ad altiudinem priorem A; hæc autem intumescentia a erit $= \frac{ACL}{cl}$. Sit $C = 4$; $c = 3$. $L = 20$, $l = 30$ $A = 10$; erit intumescentia $= 8\frac{8}{9}$. V. Aucto fluvio quantitas aquæ decurrentis est ad quantitatem pristinam in ratione composita altitudinis, & velocitatis; est enim $Q : q = ACL : acl$; & in eadem sectione $Q : q = AC : ac$.

§. CXC.

Observationes. I. Omnia flumina, uti in alveis suis decurrunt naturalibus, plurima subeunt motus obstacula in fundo, ripis tum ab ipsa istarum asperitate, tum a partibus prominentibus, vel dehiscentibus & excavatis. Cohæsio dein partium fluidorum facit, ut resistentia, quam aliquæ partes subeunt reliquæ massæ communicetur; crescitea resistentia crescente celeritate fluminis. Accedunt multiplices vortices, dum aqua obstaculo quodam impedita, quo minus cursum suum libere prosequatur, loco quodam altius ascendere cogitur, indeque decidens undas efficit, partim vero reflectitur, partim ad latera diffluit semper cum diminutio-

tione quadam celeritatis. Eiusmodi obſtacula ſunt fulcra, piſcinæ, ſaxa maiora, ripæ, herbæ ex fundo eminentes, ramuſculi &c. exoneratio rivi, torrentis, vel unius fluvii in alterum; nam flumina aquas ſuas non ab uno quodam fonte hauriunt, ſed a tenui vena ad ingentem amplitudinem perveniunt ab aquis in ea concurrentibus, ceu rivis, torrentibus, aliis fluviis minoribus, aut ſcaturigine non una ex ipſo fundo alvei erumpente. Ac ſi torrens aut rivus copioſus, aut fluvius in alium influit, tum ſectio aquæ, quæ percutitur ab influente, tum celeritas, ac directio incurrentis ſpectanda eſt; erit enim ceteris manentibus iisdem reſiſtentia maxima, quando directe, ſive ad angulum rectum incurrit; unde maxima incommoda & frequens exundatio conſequitur. Contra ſi angulus, ſub quo A incurrit in B, valde acutus eſt, ab incurrente A celeritas fluvii B augeri debet. In fundo tum latitudo, tum æquabilitas, tum declivitas conſideranda eſt: in ripis ſitus verticalis, vel inclinatus, rectus, vel in anfractus, & flexus excurrens.

II. Aquam continuato diu motu ipſa ſaxa excavare, docuit experientia. Si loca arenoſa, vel argilloſa attigit, eiusmodi particulas continuo abradit, ſecumque vehit maiore vi & copia, ſi celeritas maior fiat. Hinc eiusmodi aqua fit turbida, & corrodendo alveum arenam protrudit. Partes vero protruſæ ibi maxime ſuo pondere cadunt, & relinquuntur, ubi celeritas & vis aquæ maxime imminuitur.

II. Flumina in maiore a mari diſtantia magis intumeſcunt plerumque, quam prope mare, in quod ſe exonerant. Id animadverſum in Pado eſt, qui quidem prope mare ſatis cohibetur per aggeres ſuperficiem conſuetam aquæ 5 pedibus excedentes, cum in locis remotioribus pedes 20 requirantur. Alii id maiori latitudini alvei, alii maiori aquæ velocitati tribuunt.

IV. Celeritas fluminum minime reſpondet altitudini fontis ex quo deſcendunt; nam obſervatum eſt, flumina maiora, quæ regalia dicuntur, raro maiorem in ſuperficie velocitatem habere, quam ut intra horam 3 milliaria conficiant, quorum unum 1000 paſſus,

 ſive

five 5000 pedes continet. Si ergo tria eiusmodi milliaria, five 15000 pedes percurruntur intra horam, perspicuum eft, intra 1'' non nifi $4\frac{1}{6}$ ped. five 50 pollices percurri. Ut intelligatur, quam parum hæc celeritas altitudini ex qua delapfa funt flumina, refpondeat; quæratur altitudo verticalis, ex qua libere decidens grave terreftre acquirat celeritatem, qua intra 1'' conficeret motu æquabili 50 pollices. Ex Mechanica §. XCVI. Probl. III. Ea altitudo verticalis eft

$$= \frac{4g}{C^2}$$ Eft autem $g = 181''$; & $C = 50$ ex hypothefi; unde $C^2 = 2500$; facta divifione obtinentur 3, 4 pollices. Atqui altitudo fontium non pollices aliquot, fed 1000, vel 2000 ped. fæpe æquat. In Monumentis Acad Parif. ad ann. 1730, 1732 Cl. Pitot rem ita examinat. Altitudinem, ex qua fequana defcendit, fumit 200 pedum; ac ponit corpus libero defcenfu intra 1'' conficere duntaxat 14 pedes; indeque facile eruit, velocitatem eorum etiam fluminum, quorum origo admodum alta haud eft, vigefies aut trigefies maiorem fore ea, quæ actu in illis deprehenditur; fi quidem ea refponderet radici altitudinis, ex qua defcenderunt. Id facile intelligitur, fi ex fcholio §. XCVI. Probl. IV in Mechanica noftra quæratur celeritas finalis corporis ex altitudine 200 pedum delapfi. Demonftravimus eam univerfe exprimi per valorem 2 g T. Ex hyp. $g = 14'$. Ut inveniatur valor quantitatis T, five temporis, fiat: $\sqrt{14} : \sqrt{200} = 1 : \sqrt{\frac{200}{14}} = T$; funt enim tempora ut radices quadratæ altitudinum; unde quæfita celeritas finalis fit

$$= \frac{28\sqrt{200}}{\sqrt{14}} = 105, 8$$ pedum. Tot ergo pedes flumen percurreret intra 1'': fi eius celeritas altitudini 200 pedum quoquo modo refponderet. Verum ea tefte experientia loge minor eft. Imo ponatur dimidiam duntaxat celeritatem inventam flumini competere; conficiet is intra 1'' pedes 52, 9; ac intra horam pedes

190440

190440 id eſt, plus quam 38 milliaria, quorum ſingulis tribuuntur 5000 pedes.

Ratio tanti decrementi velocitatis alia eſſe nequit, quam quod celeritas, quæ ob alvei declivitatem creſcere deberet, tantundem fere ab obſtaculis minuatur; ita ut mox omne incrementum celeritatis ab oppoſita quadam reſiſtentia extinguatur; hinc, ſicut in corporibus levibus per aerem decidentibus contingit, motus fluminis ad æquabilitatem accedit, quando ſumma incrementorum velocitatis ſummam reſiſtentiarum æquat. Ob hanc cauſſam fieri poteſt, ut etiam creſcente alvei declivitate celeritas fluminis non creſcat, aut omnino minuatur. Si altitudo fluminis per pluvias, aut alterius aquæ adiunctionem augeri ſolet, quia maxima reſiſtentia prope fundum, & ripas partibus tantum vicinoribus maxime communicatur; ipſum vero augmentum preſſionis & celeritatis, quod ex aucta altitudine conſequitur, totam fluminis maſſam afficit: hinc etſi declivitas fundi ad celeritatem augendam aliquando parum conferat; tamen aucta altitudo plerumque maiorem accelerationis effectum habet. Hoc modo ſecundum obſervationem D. Pitot, *etſi fluvius Lovre per alveum ſub maiore angulo inclinatum decurrat, quam Sequana; hæc tamen illo velocior eſt, quia profundior. Cæterum velocitas fluminis eiusdem ne in una quidem ſectione horizontali, ſive in eadem a ſuperficie diſtantia conſtans & æqualis deprehenſa eſt; quo enim propius ad ripas accedit aqua, eo tardior illius motus eſt, tum ob reſiſtentiam a ripis ortam, quæ partibus interioribus ad aliquod ſpatium communicatur, tum ob minorem ad ripas profunditatem, quæ ex depoſita ob minorem celeritatem arena per ſeſe neceſſario conſequitur. Porro qua lege a ripis ad medium decreſcat velocitas, generatim definiri haud poteſt. Similiter exiſtimandum eſt de velocitate, quæ in eadem ſectione verticali in diverſis a fundo ac ſuperficie diſtantiis obtinet; quapropter ut de celeritate fluminis conſtitui quidquam poſſit; haud aliud remedium ſupereſt, quam ut illa in pluribus ſectionibus verticalibus & horizontalibus quam fieri poteſt, diligentiſſime obſervetur, indeque eruatur velocitas quædam media. Methodus obſervandi celeritatem fluminis ope quadrantis binis pendulis inſtructi deſcribitur una cum cautelis a R.*

 P.

P. Lecchio in opere Hydrostatico Mediolani edito Anno 1765. Interest autem determinare fluminis celeritatem, quando de operibus hydraulicis struendis ceu aggeribus, pontibus &c. aut derivandis aquis, certaque ratione dividendis agitur. Prætermissa pro instituto nostro descriptione instrumentorum animadversiones quasdam subiiciemus, quæ ex præmissis observationibus ceu corollaria deducuntur.

§. CXCI.

Corollaria. I. Quoniam altitudo aquæ celeritatem auget, resistentia autem riparum, & fundi eandem minuit; idcirco in fluminibus præsertim altioribus a superficie versus fundum ad aliquod spatium crescit; inde usque ad ipsum fundum iterum minuitur. Præcipitanter igitur non nulli statuerunt, velocitatem maximam in ipsa aquæ superficie haberi; id enim in fluminibus minus altis duntaxat obtinet; ipsaque experientia teste generatim verum non est.

II. Si resistentia ab utraque ripa æqualis est, uti maxime in alveo regulari contingit; filum fluminis æqualiter ab utraque ripa distat; eritque in medio fundi maxima corrosio; quia is locus respondet celeritati maximæ, & filo fluminis. Si autem resistentia ex utraque parte riparum inæqualis; eo accedet filum fluminis, ubi minor est resistentia.

III. Filum fluminis non est proximum ipsi fundo eiusdem; seu supra eum aliquantum attollitur; ratio intelligitur ex cor. I. nam resistentia fundi ob cohæsionem partium fluidi aliquo usque sursum versus superficiem propagatur.

IV. Arena a fundo vi fluminis avulsa ad latera maxime dispergitur, ibique deponitur, cum minor sit versus latera aquæ celeritas; quapropter alvei figura etiam ex hac caussa sæpe mutatur. Verum id in flumine regulari maxime contingit. In aliis pro diversa tenacitate fundi & partium in eo depositarum sæpe filum ad latera accedit relicta in medio copia ingenti arenæ. Sic quia asperitate fundi celeritas minuitur, sæpe

ſæpe arena loco quodam maxime aſpero deponitur; unde aucta reſiſtentia paullatim inſula in flumine naſcitur; quæ maiorum mutationum deinceps cauſſa exiſtit.

V. Quando aqua maiore impetu ad ripam accedit, ibi in vorticem agitur, fundumque excavat.

VI. Si latitudo fluminis inæqualis eſt diverſis locis, mutatur celeritas aquæ decurrentis; unde arena de loco in locum continuo transfertur, ac flumen perpetuas mutationes ſubit.

VII. Corroſio unius ex duabus ripis fere occaſio eſt alluvionis in altera: dum einm filum fluminis ad partem corroſam accedit; retardatur motus in parte oppoſita; ibi ergo arena deponitur; & alluvio, id eſt, incrementum continentis datur.

Multa præterea de aquis derivandis per canales artificiales, & iuſta lege dividendis, de ſtruendis aggeribus, & munitionibus riparum, de paludibus exſiccandis referri ad hunc locum poſſunt; quæ quidem cum paucis verbis exponi haud poſſint, ex virorum ſolertiſſimorum operibus petenda ſunt, qui experientia duce ea argumenta pro dignitate pertractarunt.



CAPUT IV.

De Proprietatibus Terræ Elementaris.

Terram conſideramus hoc loco, uti elementum eſt corporum mixtorum, quod in alias heterogeneas partes nulla arte adhuc reſolvi potuit. Hinc variæ ſpecies terræ non ad terram elementarem, ſed ad corpora mixta eorumque claſſem, quæ foſſilia *dicuntur, referri debent.*

§. CXCII.

Definitio. Terra est materia non fluida quoad maiores massulas leviter cohærens, & friabilis, sicca, opaca, in igne fixa, nec liquabilis, nulloque menstruo solubilis, etsi per aquam in lutum emolliatur (quo casu notaliliter intumescit) levior lapidibus & metallis, aqua gravior, saporis & odoris expers, quadam tamen adstrictione linguam adficiens. Terra his notis distincta *virginea* dicitur a chemicis; quæ ut in globo terraqueo reperitur, fere aliis partibus salinis, sulfureis, lapideis commixta est, nec nisi arte & industria ab aliis materiis excerpitur, & ad nativam simplicitatem reducitur; quæ quidem tanta est, ut teste Boerhavio in omni rerum natura vix simplicius quidquam reperiatur.

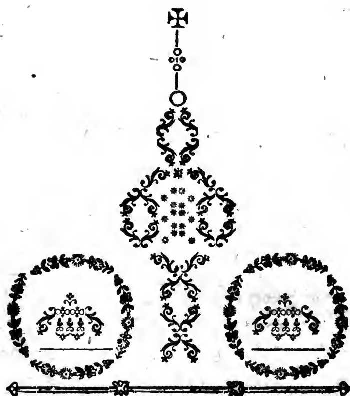
Modi quibus terra virginea obtinentur sunt destillatio, exustio, putrefactio. Sic ea reperitur in exustis vegetabilium cineribus aquæ lixivio a sale purgatis: in sedimentis tum oleorum, quando vi flammæ sulfur tenacius absumtum est, tum iis, quæ a partibus animalium omni emisso phlegmate relinquuntur. Salia alcalica lapidum calcinatione obtenta, postquam in aere humido liquescentia penitus in auras avolarunt, eam deponunt. eadem ab aquis pluviis etsi limpidissimis, ac nivibus in destillatione relinquitur. De proprietatibus terræ huius elementaris præterea adnotanda quædam sunt.

§. CXCIII.

I. *Terra fixa* est natura sua; at cum ea salibus, & sulfuri facile adhæreat, ab iisdem redditur volatilis; ut patet cum ex pluviis terram virgineam relinquentibus, tum ex fuligine splendente ex qua phlegma, oleum, & terra eruitur. Vicissim sales, sulfura & bitumina, si terra sua exuuntur, ex fixis continuo volatilia fiunt. Hoc igitur elementum omnibus corporibus quasi firmam basin dat, cæteraque principia & sibi & inter se unit.

II.

II. Quoniam terra *friabilis* eſt, eius particulæ homogeneæ non niſi modicos contactus videntur admittere; cur autem interlabente igne fluida non fiat, veriſimiliter ex defectu ſubtilitatis ad fluiditatem requiſitæ ſit, ut adeo moleculæ illius craſſiores cenſeri debeant aliis aliorum elementorum minimis particulis.



SE-

SECTIO V.

CAPUT I.

De Regno Minerali.

Figuram globi terraquei expoſuimus in Mech. Sect. VII. C. IV. De elemento terræ egimus paullo ante. Nunc tam facies exterior, quam interior telluris luſtranda, & quidquid continet, quod terræ nomine venit, examinandum, ſeu potius enumerandum eſt; quia nec dignitas rerum, nec copia intra præfixas anguſtias biennalis inſtitutionis alio modo conſtringi poteſt.

§. CXCIV.

Terræ Facies Interna Et Externa.

I. Exterior terraquæ facies aqua & terra conſtat, a qua nomen trahit. Utra plus ſpatii in ſuperficie terræ occupet, diſceptatur; nec vero definiri adcurate poteſt ob partes quasdam orbis noſtri parum adhuc cognitas. Terras quidem cognitas maribus itidem cognitis amplitudine cedere, plurimorum opinio eſt. Plures terras uti magnam, Platonis inſulam abſorptas, & aquis conteƈtas fuiſſe hiſtoriæ & veterum & noſtorum etiam temporum in calliano Peruviæ urbis portu memorant. Alibi vero novas inſulas exortas, alibi ad plura milliaria mare receſſiſſe ex itinerariis recentiſſimis intelligimus.

II. Alterum, quod in terræ ſuperficie maxime in oculos incurrit, ſunt catenæ montium, quibus velut faſciis globus noſter colligatur. Notat P. Kircherus ab ipſo polo arƈtico ſeriem unam montium per Islandiam in Scotiam, Angliam & Germaniam usque ad alpes duci, quæ Apennino innexæ continuantur per Siciliam ad Africæ iuga; unde procurrunt usque ad promontorium bonæ ſpei; a quo ſubter aquas usque ad terras auſtrales, & polum cognominem merito continuari cenſentur. Alia catena a polo boreo priorem ad angulos fere reƈtos interſecans extenditur per Tar-

ta-

tarum usque ad Imaum, qui mons Scythiam & Indiam usque ad Promontorium Comorinum interfecat, & in Ceylanam infulam tranfilit. Hinc occultis meatibus Auftrum petit; ex altera vero parte ad fretum Magellanicum, feu potius in Promontorio Hornii emergit; ubi ingentes, ac terribiles nunquam non tumultuantes maris fluctus non nifi latentibus immenfis montibus vectores adfcribunt. Sequitur mox catena Andium Americam meridionalem interfecans, quæ aliis per novum regnum montibus iuncta in boreales Americæ regiones late fe diffundit. Tertiam memorat tranfverfam ex ortu ab ultimis Sinenfibus ad Imaum, ab hoc per Scythiam, Afiam minorem usque ad alpes Cottias & Rhætias per Delphinatum, & totam Galliam Narbonenfem Pyrenæis commiffas usque ad ultimum terminum propagatam.

III. Montes mundo coævos, & ante diluvium extitiffe, facra hiftoria docet. Plures fuiffe terræ motibus abforptos, cum PLINIO alii teftantur. Altitudo montium maxima ex certioribus dimenfionibus Americanis cenfetur 3000 hexap. fecundum perperdiculum. Sunt autem ibi, ut aiunt, montes, qui refpectu montium Europæ fe habent, uti turres civitatum ad domos civium. Montibus tyrolenfibus & helveticis tribuunt 1500 hexap. inter Pyrenæos maximo Canygo 1440, ipfi *Pico*, qui hactenus cenfebatur omnium altiffimus, Feuilleus non nifi 2213 hexap. tribuit.

IV Kircherus cum famofos in Italia montes ignivomos, Vefuvium Neapoli, Ætnam in Sicilia, & Strongylum in Lipara vilitaffet, inde ideam fuam de interna telluris ftructura defumfit, terramque in ventre fuo paffim focos alere, quos *pyrophilacia* vocat, cenfuit, qui dein per quosdam ductus veluti venas inter fe communicantes furfum ad montes Vulcanios, aut campos Phlegræos deducantur. His iungit hydrophilacia, & aquæ ductus fubterraneos, e quibus aquæ ad maria, & fontes pertingant. Cætera fpatia interna terræ, rupes, metalla & femimetalla complent, quæ partim pabulum igni præbent, partim aquis fuas virtutes communicant. Sed hydrophilacia quidem multiplici obfervatione explo-

plorata habemus, nec iisdem, quamcunque de origine fontium, fluminumque sententiam adsciveris, ullo pacto carere potes. At de pyrophilaciis nec id probant montes ignivomi, nec ut admittantur, ulla necessitas exigit. Chemicis satis notum est, solutione acidorum, attritu sulfureorum ignes excitari. Constat, montes vulcanios mineralibus terris abundare; & cum a mari plerumque haud longe dissiti sint, ab eodem inflammabilem materiem, nempe sulfuream, bituminosam, & oleosam insugere possunt. Præterea ex fossorum testimoniis compertum est, minerarum venas infra 500 hexapedas non descendere, ac quo profundius fodiendo pervenitur, eo terram magis constipatam, nisi forte aqua interluatur, & durissimas rupes inveniri. Nullum ibi pabulum igni aptum, nec aer flammæ satis idoneus præsto est. Denique experimenta probant, pulveres sulfureorum pyroatrum aqua madefactos, aerique pervios accendi; aer ipse supra terram terreis exhalationibus fœtus quodam modo inflammatur. Similes tempestates quas supra terram experimur, subtus terram necessario oriuntur, aere mineralibus, & sulfureis, bituminosis, aliisque exhalationibus in subterraneis inspissato; qui dum exitum non invenit, subito dilatatus succedentibus nitrosis exhalationibus & vaporibus aqueis in furoris societatem pertractis incumbentem molem concutit, atque si minor fuerit resistentia, penitus evertit. Habemus igitur genuinam *Terræ motuum* originem, ob quos non raro nostris quoque temporibus flammæ ruptis montium petris in auras prosiliere. Quodsi accensi eiusmodi halitus per cæcos ductus infra terram propagantur, latius grassabitur pestis, præsertim si alium in via aerem similiter paratum invenerit. Hinc *per communicationem* aere sibi per rimas & rupium fissuras viam faciente ingens terrarum tractus tremet, uti anno 1755 per totam prope Germaniam contigit. Quodsi materia ignea consumitur, & obstructi forte meatus pabulum ab aquis subvehendum arcent, exuruntur montes, atque ignis extinguitur, quemadmodum pluribus Americæ locis contigisse accepimus. Nec vero Vesuvius ultimis seculis tantopere furere legitur, ut olim teste Plinio aliisque fure-

rebat, quando cineres Romam usque delatos fuisse narrant

V. Tellurem in plano fodientibus varia terrarum strata occurrunt VARENIUS Amstelodami pro puteo effossa humo ad profunditatem 232 ped. varias omnino species eruit, terram hortensem; combustibilem nigram vulgo Torff, argillam mollem, arenam &c. Similia referunt alii, ut satis constet, nullum in successione eorum stratorum ordinem gravitatis specificæ servari. Argilla iis maxime locis arenæ subiicitur, ubi scaturigines aquarum reperiuntur; per arenam enim, & sabulum penetrant aquæ, & subiecta argilla, ne ulterius descendant, vel a terra spongiosa imbibantur, prohibet. Longe alius materiarum ordo, ac diversitas in plerisque montibus ac fodinis reperitur. Universe autem regnum minerale, sive tota eorum, quæ terræ visceribus continentur, congeries in sex classes tribuitur; quarum I. continet terras fossiles, II. lapides, III. salia, IV. bitumina V. semimetalla, VI. metalla; de quibus deinceps agendum est.

§. CXCV.

TERRÆ FOSSILES,

I. Terrrarum fossilium quatuor sunt ordines, qui in eo conveniunt omnes, quod constent partibus leniter cohærentibus; unde siccæ friabiles sunt, madefactæ autem ductiles. Dein quod in igne sint fixæ; quapropter ab arenis necessario distingui debent, quæ ad lapides, & vitrescentia amandantur.

II. In Primo ordine *calcariæ terræ* duæ sunt species, ambæ *alcalicæ*, quæ ab acidis fervendo solvuntur, & igne calcinantur. Primam speciem constituunt *cretæ albæ* ex corruptis lapidibus calcariis, aut conchiliis ortæ. Huc pertinet creta Anglicana. Species secunda est *marga* stercorandis agris macrioribus utilissima.

II. Secundi ordinis terra *gypsea* etiam *selenitica* vocatur, coloris albi. Hæc nisi mixta sit cum acidis,

dis, non effervecit. Gypſum aliqui pro terra calcaria acido vitriolico ſaturata habent.

IV. Tertius ordo *argilloſarum*, quarum pinguedo a ſulfure, & acido vitriolico provenit, tres habet inferiores ſpecies. In prima ſunt terræ *medicinales*, vulgo *boli*, aut *terræ ſigillatæ*, Samnia, Lemnia, Armena, Melitenſis &c. in ſecunda ſpecie ſunt terræ *pictoriæ*, uti flavum, rubrum, viride montanum. Hæ argillæ ferrum continent, quo orbatæ albeſcunt. Tertia ſpecie continentur terræ *mechanicæ*, ut terra figulina, terra fullonum ſeu ſmectis, tripolitana, quibus etiam accenſent porcellanam.

V. Quarti ordinis terra hortenſis, cum minus ſimplex ſit, ſed ex prioribus, aliisque corporibus corruptis compoſita, prout magis vel minus apta eſt ad nutriendas herbas, aut pluribus oleoſis, ſalinis, aliisque partibus conſtat, vel paucioribus; ita in pinguem & macram, in fertilem, & ſterilem dividitur.

§. CXCVI.

Lapides.

I. Lapidum ordines ſunt tres; *Primus alcalicorum*, qui ab acidis ſolvuntur, & igne calcinantur. Horum gemina ſpecies eſt; primam faciunt *lapides calcarii*; quales ſunt vulgares calcarii varii coloris; dein marmora, quæ per capacitatem politurae a calcariis differunt, & plus ſulfuris, cui colorum diverſitas adſcribitur, ac minus ſalis continent. 3. *Spatum alcalicum*, quale eſt chryſtallus Islandica apud Newtonum ob duplicem refractionem notabilis, teſſelati ſunt eiusmodi lapides, & indicium nobilis metalli plerumque præbent. 4. *Stalactites*, tophus ex aqua guttatim e rupibus ſtillante, & concreſcente, uti prope Eſſingam in Bavaria. Secundam ſpeciem conficiunt *gypſei*. Hi non niſi poſt calcinationem ab acidis concitantur, & exſiccati rurſus indureſcunt, ut gypſus albus, ſeu griſeus inſtar parallelopipededorum excreſcens: *alabaſtrum* politurae patiens marmori cedit duritie: *ſpatum gypſeum*, quale eſt *ſelenites*, aut lapis ſpecularis.

II.

II. Ordo *argillosorum* complectitur species quinque; 1. Smectiten (Seifenstein) 2. Amianthum, seu alumen plumeum, qui aquis innatat: 3. huic similem *asbestum* graviorem, durioremque. Hi duo in fila duci possunt: igne non læduntur: papyro, telæ, elychnio perpetuo conficiendis idonei sunt. 4. Talcum nec igne, nec aqua stygia solubile. 5. Micam flavam (Katzengold) albam (Katzensilber) vel gryseam (Wasserbley). His accensetur vitrum Moscoviticum, quod non abit in gypsum, ut Selenites. Hi omnes ab acidis intacti manent: ab igne indurescunt.

III. Ordo est *vitrescentium* qui acidis non obnoxii in igne, si iam non sunt, abeunt in vitrum. Horum species numerantur. 1. *Schistus*, saxum fissile, cotes, & lapides lydii. 2. Silex semper extra fodinas & rupes in campis solitarius, sensim in terram cretaceam abit. Ad silices pertinet Achates. *Quarzi* vocantur silices opaci & crudi, lapides arenarii, pyrites, lapides molares: ad achates vero *Carniolus* a colore carneo dictus, *Chalcedonius* minus pellucidus, griseus, & nebulosus, qui si fascias habet, ac strias nigras *Onyx*, aut *Sardonix*, si nigri & rubri circuli miscentur, vocatur: *Opalus* pellucidior colores varios pro vario oculi situ exhibet. 3. *Petrosilex* e rupibus eruitur, minore duritie & quod parcius chalybi ignem præbeat, a priore differt: est præterea polituræ patiens: aliquando semipellucidus, alias opacus: varii coloris: unde jaspides unicolores, aut variegati, uti lapis lazuli, & porphyrius a colore rubro, albis, nigris, & flavis maculis distincto. 4. Corneus. 5. Pumex, 6 gemmæ. 7. Chrystallus montana.

IV. Gemmarum ordo secundum duritiem maxime hic statuitur. Primatum obtinet *Adamas* omnis coloris expers, candefactus, aut soli expositus lucet in tenebris. 2. *Rubinus*, qui maior *Carbunculus* dicitur; in igne, nisi in flavedinem vergat, colorem non mutat. 3. *Saphirus* colorem cæruleum, aliquando aqueum, aut subviridem amittit in igne. 4. *Topazius*, colore aureo vivido, aut subobscuro, vix ignis patiens est. 5. *Sma-*

ragdi color viridis ftabilis eft, licet in ipfo igne cæruleus evadat. 6. Chryfolitus eft viridis fubflavus: ignem non fert. 7. *Amethyftus* violaceus, aliquando dilutus, in flavum, aut etiam fanguineum colorem declinat: in igne colliquefcit. 8. *Granatus* pariter liquefcit; retinet tamen obfcuram fuam rubedinem, 9. *Hyacinthus* ex flavo rubefcit, pariter in igne liquefcens, uti & 10 *Berillus* coloris viridis fubcærulei. Ex his omnes præter primos tres lapides lima anglicana domantur.

V. *Chryftalli montanæ* aliquæ coloratæ funt, & vocantur gemmæ fpuriæ: limæ cedunt; & quia facile in igne funduntur, Chryftallo albæ varii colores arte conciliari poffunt. Huc etiam pertinent *lapides figurati*, plantarum, animalium, hominum figuras phantafiæ vel oculis exhibentes: item *petrofacta*, quæ ab *incruftatis* diftingui debent, & demum *calculi* in plantis, vel animalibus coalefcentes, quorum omnium vel nomina referre longum eft.

Lapides omnes in eo conveniunt, quod fint corpora firmiter compacta e terris: ab aqua non folvantur; & nifi addatur menftruum quoddam formæ ficcæ, in igne vix liquefcant. Arenæ vel ex minimis variorum lapidum particulis conftant, vel fi homogeneæ funt, ad unum ex his ordinem referri debent. Dicunt, faxa etiam duriffima accenfo & fervente lardo facile frangi, ac difrumpi, forte ob pingue humidum, quod fali admiftum flammam acriorem diutius confervat. Lapides crefcere inftar vegetabilium Tournefortii olim erat opinio: fed paucos habuit fequaces, hodie, opinor, nullos. Materia lapidum terra fola effe non poteft; quia hæc firmitatem lapidum, nifi aliud quid accedat, non recipit. Apud chemicos compertum eft, terras falibus miftas igne in vitrum converti. Salia quædam, uti urinæ, per lentiffimam evaporationem obtenta, etiam fervente aqua non amplius folvuntur; igitur eiusmodi falia pro præcipuo lapidum conftitutivo merito habentur. Aqua, generale menftruum, variis particulis imprægnata, fi unum in locum confluit, poft evaporationem relinquet maffam pro varia combinatione ac dofi falium, fulfurum ac terrarum

rum

rum & metallorum modo diaphanam, modo semiopacam, iam excolorem; iam unius, aut multiplicis coloris. Unde, sicut hoc succo petrifico varii exsurgunt lapides, &, siquidem continuus adsit affluxus, increscunt (uti speciatim de marmoribus compertum habetur) ita etiam varia corpora amissis suis partibus humidis si succus petrificus eorum poros subire potest, eodem penetrati, atque intime imbuti lapidescere possunt. Quodsi succus crassior poris excluditur, crustam iisdem inducet. De figuris quorundam lapidum, veluti gemmarum, & de variis petrofactorum tam ex regno vegetabili, quam animali generibus, difficilius est rationem sufficientem exponere. Novimus enimvero varias salium figuras; sed neque harum ratio, nisi forte admodum generalis, satis cognita est: neque ex his solis lapidum figura, nisi temere repetitur. Lusus naturæ *vox est, quæ præter effectum, atque id, quod oculis cernitur, nihil denotat; quapropter sine vitio subreptionis pro caussa earum rerum adsignari nequit. Pisces, conchilia, bestiarum ossa, & alia eiusmodi petrofacta ab universali diluvio nonnulli repetunt. Lacus terræ motibus haustos, congestam alibi inundationibus terrarum, ac lapidum molem scimus; ac verisimile est, huiusmodi casibus talia corpora terris ac petris tumulata progressu temporis petrofacta fuisse. Sed reperiuntur non raro in locis, ubi nec levis suspicio concipi potest aquæ illuc delatæ multo etiam minus memoria extat. Verissimum illud quoque, similitudines figurarum non raro lithophilis ansam varia comminiscendi præbere.*

§. CXCVII.

Salia.

I. Salium binos esse ordines memoravimus in Introd. ad Physicam specialem §. VI. Acidum salis, quamdiu aliis materiis mixtum non est, sed soli aquæ, aerique & igni in aqua contento; vocantur *spiritus acidus*, ac longissime durat. Eiusmodi spiritus quadruplicis classis sunt. 1. Spiritus salis. 2. Nitri. 3. Vitrioli. 4. Aceti. Alii spiritus acido mixti, uti *spiritus Tartari*, iam compositi sunt. Acida cum plu-

rimis corporibus miſcentur ; ac ſi corporibus terreis (demtis metallis) ſint commixta, omnem acrimoniam amittunt, & ſaporem ; ut patet in creta, coralliis, lapide cancrorum, teſtis oſtreorum quocunque acido ad ſaturitatem ſolutis. Acida vegetantia vel nativa ſunt, aut producuntur fermentatione, exuſtione, deſtillatione. *Nativa* in omni fructu immaturo inſunt; item in ſucco recente aurantii, citrii, limonii, qui plumbum, ſtannum, cuprum, ferrum ſolvit. In aliis vegetantibus acidum eſt occultum, & fermentatione deprehenditur. Succi maxime maturi, ac dulces vegetantium, ceu uvæ, item mel, ſaccharum nihil acidi ſaporis habent, ſed vehementiore fermentatione ſe prodit. Acida vinoſa vel liquida ſunt, ut in vino acido, vel cum tartaro mixta ſolida. Acida acetoſa, fermentatione longius producta denique in verum acetum abeunt, uti ſi vina cum acidis auſteris e. g. botris immaturis, & crudis de novo fermententur longius. Ignis ex fibris ligni præſertim recentis eiusmodi acidum ſpumæ vel aquæ ſpecie cum ſibilo eiicit ; qui quidem liquor, ſi excipiatur, penitus acidus deprehenditur, omnesque acidi proprietates, & vim ſolvendi acidis communem habet. Ob hanc cauſſam fumus lignorum maxime virentium acerbo dolore urit oculos. Ex vegetabilibus deſtillatione obtinentur acida ſingularia, balſamica, oleoſa.

II. Sal Alcali fixum nomen habet a herba kali, quæ in ægypto ad litora Nili, ac maris locis ſale fæcundis naſcitur, & exuſta cineres præbet ſalſo & acri ſapore naturam ſalis prodentes. Alcali fixum (nam aliud eſt volatile) dividitur in *minerale* ſeu *natrum*, prout eſt in fontibus quibusdam medicatis : & *vegetabile*. Hoc diffluit in aere humido, & in oleum liqueſcit ; quæ propterea *olea per deliquium* vocantur. Sunt igitur hæc alcalica veri magnetes aquæ, eamque attractam, cum ab eadem celeriter ſolvantur, validiſſime retinent, ut nec vehementi igne ea penitus ſpoliari queant. Attrahunt etiam ſubtilius phlogiſton ; ſed ſi aquæ coniungi poſſunt, id deferunt, & quodammodo repellunt. Hinc obtinetur modus ſpiritum vini ab aqua purgandi per adpoſitum Acali, quod continuo aqua ſe-

se saturans gravitate sua fundum petit, & phlogiston supernatans relinquit, ut lenta vasis inchinatione effundi possit. Origo salis *volatilis* copiosior ex regno animali est: dein ex acrioribus vegetantibus.

III. Hactenus salia pura, quæ nihil heterogeneum, & alienum a natura salis admixtum habent, eaque simplicia designavi. Sunt alia *composita* duplicis generis. 1. *Composita pura*, quæ ex binis puris, acido nempe, & alcalico inter se mixtis constant, & *salsa, neutra*, vel etiam *mixta* vocantur. Alia *composita non pura*, quæ *media* nuncupantur, etiam ex partibus non salinis & fæcibus non alienis componuntur, Sal *commune* seu marinum, sal gemmæ, & fontium (parum enim hæc differunt) prope æquali alcali & acidi dosi constat. Acidum ex iis extractum adpellatur *spiritus salis*, qui ferrum, cuprum, stannum, non item argentum solvit. Is spiritus adpositus aquæ forti vocatur *aqua regia*, quæ aurum solvit, non item argentum.

§. CXCVIII.

Bitumina.

I. Duo sunt bituminum ordines. Ad primum sulfurea *fluida*, ad alterum *firma* referuntur. Ordo fluidorum continet, *Naphtam*, quæ ex gallia, & Italia petitur: amæni odoris: a flamma vel eminus admota accenditur, & ipsi spiritui vini innatat. Trahit aurum ex aqua regia. 2. *Petroleum* crassius odore terebinthino. 3. Maltham valde viscidam, ex qua destillata oleum naphtæ simile obtinetur.

II. Bitumina firma sunt 1. *Succinum*, seu *electrum*. Origine fluidum esse animacula & plantulæ, quas aliquando includit, testantur. Huic adfine est *asphaltum*, seu pix iudaica, ut vocant, & Gummi *Copale*. 2. *Ambra* optima ex mari ad insulas Sumatram & Madagascar habetur: igne vehementiore fit volatilis: aquæ innatat, & sola e terrestribus bituminibus a spiritu vini solvitur. 3. *Gagates* succinum nigrum & lævigabile: odore, opacitate, & levitate, qua a-

quæ innatat, ab Achate nigro dignofcitur. 4, *Lithantrax* lapis foffilis defectum lignorum fupplet, & loco cinerum maffam nigram fpongiofam, veluti fcoriam relinquit. Affines ei funt carbones foffiles, quorum ignis brevior, & debilior. 5. Humus *Turfatea* feu innumeris plantarum radiculis mixta, ac bitumine fæta. 6. *Sulfur minerale*, feu ex pyritibus fulfureis. Nativum raro purum eft.

§. CIC.

Metalla.

I. Metallorum bini funt ordines, *nobilium*, & *ignobilium.* Generatim non folvuntur ab aqua: funduntur igne: gravitate cæteris corporibus præftant.

II. In ordine primo *aurum* eminet. Dotes funt 1. *Gravitas* omnium maxima; quæ eft ad gravitatem aquæ, ut 19, 64: 1. alii volunt 19, 4: 1. Sed confideranda eft & puritas auri, & diverfa gravitas aquæ. 2. *Ductilitas*; unde non multum fonorum eft. 3. *Facilitas* in fufione, qua magis etiam præ aliis metallis expandi videtur. 4. *Fixitas in igne*, qua nihil aut parum omnino ponderis ac maffæ perdit. Volunt non nulli aurum per lentes caufticas vitrificatum, ac imminutum fuiffe, dubitant alii, & fufpicantur materiam aliam auro mixtam, & particulas auri cum aliis heterogeneis vi ignis abreptas. Menftrua tamen auro addita, ut arfenicum, antimonium, & zincum volatilitatem: aqua regia chryftallifationem inducit. 5. Solvitur enim ab aquis ftygiis. 6. Mixtio iam facilior, iam difficilior cum aliis metallis: a quibus tamen ductilitas auri patitur, plurimum a plumbo, & ftanno; minimum ab argento. Aurum mixtum argento volumen utrique refpondens affumit: maius, fi cupro, ftanno, ferro, zinco: minus, fi plumbo vel wifmutho mifcetur. 7. Color denique auri nulla temporis aut aeris iniuria læditur. Dividitur aurum in *nativum*, & mineralifatum feu contentum minera, quæ eft coagulum ex variis corporum terreorum, & metallicorum fpecibus, per quæ metallum, cuius minera di-

ci-

citur in particulas oculo etiam armato invisibiles dispersum latet. Aurum nativum reperitur in fluviis, ut Tago, Isara, Rheno maxime ad Philippopolin &c. in quibus auri granula arenæ miscentur: passim autem argentum secum fert præsertim in venis & maculis pallidis lapillorum. Mineralisatum reperiri ullum, Recentiores fere negant.

III. Auro proxime accedit metallum recens ab Hispanis haud procul ab alpibus repertum, quod *Platina del Pinto* vocant. Gravitas eius ad aquam 19, 24: 1, auro fere suspar, & maior, quam in mercurio. Fixitate aurum fere superat, nec solitarie ab igne funditur. Solventia habet eadem: auro semel mixtum omnes probationes eludit; ei tamen maiorem pallorem inducit: ductilitate multum eidem cedit, eamque, si auro mixtum sit, imminuit. Si mixtio ex auro, & platina solvitur in aqua regia, napta solutioni superfusa solum aurum attrahit, relicto altero. Caute hoc metallum ab Hispanis custoditur propter fraudes, quibus committendis foret aptissimum.

IV. Argenti gravitas ad aquam est ut 11, 09: 1. fixitas eadem fere, quæ in auro: per antimonium, arsenicum, acidum salis communis fit volatile. Ductilitate auro proximum est: elasticitate, & firmitate non nisi cupro, & ferro cedit: unde soni claritas: facilius præ auro funditur, & mercurio facile miscetur. Est aliud nativum aliud mineralisatum. In Quarzo, spatho, corneo lapide, schisto & cobalto frequenter in superficie se prodit. Hinc etiam variæ dantur argenti mineræ; prouti aliis semimetallis ac fossilibus mixtum est, ceu sulfuri, arsenico, cupro, ferro, antimonio &c.

V. Ad ordinem ignobilium metallorum pertinent cuprum, ferrum, plumbum, stannum. Ac *cuprum rubens Suecicum* est ad aquam, ut 8, 78: 1; purius Japonicum ut 9: 1. Fixitas mediocris: ab igne validiore in fumum, per lentes causticas in vitrum rubeum, igne leniore & diuturno in calcem rubentem abit. Ductilitas argento proxima: elasticitas & firmitas soli ferro cedit, præ quo tamen sonat melius, maxime stanno mixtum, quo tam ductilitas, quam ela-

ſticitas augetur: argento difficilius funditur. A zinco fuſum convertitur in aurichalcum, quod ductilius fit, ſi zinci ipſius minera (Gallmey) miſcetur; vocaturque Prinzmetall. Cuprum nativum fluidum habetur in aquis cæmentitiis, quæ corpora iniecta præcipue ferrum vulgo dicuntur in cuprum convertere: ſolidum reperitur aliquando in lapidibus quibusdam; & in arenaria ſub figura capillorum, & granulorum. Mineræ cupri ſunt *vitrea* ſulfure, & arſenico: *hepatica* ſulfure & ferro: *ochra viridis*; *cærulea* ditiſſima arſenico, & alcali: *alba* & *gryſca* ſulfure, arſenico, & argento: *flava* ſulfure, arſenico, & ferro mixta. His accedit minera cupri ex aliis compoſita lapidea, uti in ſchiſto, argenti plerumque feraciſſima: alia item eſt terra alcalina in terris, vel lapidibus calcariis, item marmoribus.

VI. *Ferrum* ad aquam eſt ut 7, 65: 1; imo puriſſimum ut 8: 1. Fixitas maior, quam cupri. Igne intenſiſſimo in ſcoriam nigram, per lentes in friabilem, diuturna candefactione in fumum deſinit. Ductilitas exigua: maxima firmitas & elaſticitas: eiusdem fuſio difficillima: trahitur ſolum a magnete, eiusque vires imbibit, niſi confuſum habeat antimonium. De ferro nativo diſputant. Dicitur in Hybernia reperiri ſtagnum, cui baculus infixus poſt menſes aliquot partim ferreus, quoad fundum penetraverat, partim lapideus, quoad intra aquas extabat, extrahitur. Mineræ ſunt *magnes*, *hæmatites*, *minera martis gryſea* ex ſulfure & arſenico, lapides *martiales* diverſi coloris, *ſmiris*; *ochra ferrea*, *mica ferrea &c.* Chalybs eſt ferrum multiplici fuſione, candefactione, & refrigeratione temperatum.

VII. *Plumbi* gravitas ad aquam eſt 11. 3: 1. Fixitas exigua; cum mox in fumum, calcem, vel vitrum ſeu lythargyrum abeat. *Minium* vocatur calx plumbi rubra. Ductilitas maxima, firmitas exigua: minor elaſticitas; ſonus proinde fere nullus. Fit friabile ab admixto ſulfure: omnia metalla ſolvit præter ferrum. De plumbo nativo iterum diſſenſio eſt. Mineræ plumbi ſunt *galena* punctata, vel ſtriata, alia ſpa-

ſpathacea alba, alia viridis vel flaveſcens. Datur etiam terra plumbea, & cerusſa nativa.

VIII. Stanni denique gravitas minima 7, 32 : 1. Sola tenacitate & elaſticitate plumbum ſuperat. quamquam ſonum puriorem edat, ſi aliis metallis miſcetur. Nativum ſcitur nullum; ferme ſoli ferro cum arſenico in mineris iungitur; quæ ſunt Chryſtalli minerales: aliæ Chryſtalli in maſſis lapideis diſperſæ; item lapides ſtanniferi.

§. CC.

Semimetalla.

I. *Semimetalla* minus & ductilia & fixa ſunt metallis; in aliis notis communibus cum iisdem prope conveniunt. Primum locum obtinet *Mercurius*, quem ingente frigore ad firmitatem, & malleabilitatem perduci poſſe, §. XX. indicavimus; ut proin quoad hanc proprietatem ab aliis metallis non differat, quam quod minimo caloris gradu fluorem aquirat. Gravitas eius poſt aurum, & platinam maxima, ad aquam eſt, ut 14: 1. Eius minera eſt cinnabaris nativa. Ipſe etiam nativus diſperſe reperitur in variis terris, & lapidibus.

II. *Arſenicum* ex ſulfure & ſale cauſtico conſtat, inſtar farinæ albo, aut (raro quidem) in figura chryſtallorum parietibus fodinarum adhæret. Flaveſcens auri pigmentum vocatur, quod eſt veluti eius minera. Reperitur etiam cum ſulfure, & cupro, ſeu ut vocant, in cupro Nicolai, & in terra arſenicali (vulgo Schwabengift) & aliis aliorum metallorum mineris. Inter metalla, & ſemimetalla leviſſimum eſt, nempe ad aquam ut 5: 1. Regulus Arſenici gravior fit ex ferro vel cupro ſimul præcipitato. Quoniam vero a fluidis facile ſolvitur, ſalis indolem magis, quam ſemimetalli habet.

III. *Wiſmuthum* colore albo flaveſcente aut rubente foliis teſſelatis conſtat: ſub malleo omnium maxime friabile: gravitatem habet ut 10 : 1. Leni igne funditur ante candefactionem; intenſiore vitreſcit cum

colore rubeo fusco. Cobaltum a[illegible]t: alias semper nativum habetur: sulfuri nunquam coniungitur. Ex eo paratur color caeruleus.

IV. *Cobaltum* coloris grisei, rigidum, & minus ductile, insigni gravitate: aegre funditur: eius calx additis silicibus calcinatis & cineribus clavellatis aequa portione mixtis in vitrum caeruleum abit, cuius pulveres praebent smaltam. Purum non reperitur: miscetur saepissime arsenico, wismutho: nunquam sulfuri aut cupro.

V. *Zincum* album subcaeruleum inter semimetalla maxime ductile, elasticum, & sonorum, gravitatem ad aquam habet ut 7: 1. funditur facile. Eius minera est terra cadmia, aliaeque: inhaeret etiam mineris plumbi. Indicium est; si pulvis minerae flammam virentem praebet. Unde aurichalcum in lamellas tenuissimas deductum per flammam candelae in cuprum reducitur, zinco flamma decocto.

V. *Antimonium*, seu regulus antimonii argentei, & splendentis coloris, fragilissimum, ex meris radiis compactum, aegre funditur: gravitatem habet ut 7, 5: 1. post calcinationem in vitrum fusce rubens abit. Antimonium est minera ipsius reguli, copioso sulfure mixtum; habetque similitudinem cum minera argenti alba, aut mica ferri, nisi quod ad flammam candelae statim colliquescat,

Ex dictis liquet, omnia metalla, excepto auro, argento, & mercurio per ignem in vitrum abire: unde legitime concluditur, ea triplici principio, nimirum terra subtilissima, sale alcalico & phlogisto constare, atque ex iis componi. Cur autem de reliquis non idem sentiamus? nisi summa mercurii volatilitas obstaret; cur non is pariter hanc mutationem subire posset? maior unius aut alterius elementi portio uti v. g. terrae, fixitatem maiorem adferre potest, & vitrescentiam cohibere; quam ab auro & argento non omnino alienam quidam putant. Fuere, qui mercurium ob fluiditatem nequidem inter metalla aut semimetalla numerandum putabant, alii ex eo matricem nobilium metallorum efficiebant.

bant: frustra, ac falso, ut quidem opinor. Vana quoque a plerisque reputatur migratio metallorum in alia; cum nullum eius rei exemplum natura, multo etiam minus ars adferat. Quod enim de ferro in cuprum mutato narrant, similiter fit, ac in petrificatione, ut scilicet exesis ac corrosis particulis ferri maiore copia succedant cupreæ, & hoc modo ferrum quodammodo cuprificetur. Recentiorum chemicorum experimentis constat, in plurimis corporibus particulas variorum metallorum latere; unde si ex his quidpiam metalli nonnunquam extrahitur; istud utique de novo non generatur per artem. Utrum omnino id fieri non possit, diversa quæstio est. Metalla ex suis principiis composita fortassis naturæ viribus in eadem resolvi, adeoque corrumpi possunt; cur non ex iisdem componi de novo, & generari? Quousque vires & progessus artium pertingere queant; nemo facile definiet.

§. CCI.

Magnes.

I. Singularem inter semimetalla, si tamen iis accenseatur ferri minera, mentionem meretur *Magnes*, lapis ferruginei plerumque coloris, satis iam notus. Invenitur is passim inter ferri mineras, ex quibus frustum lapidis huiusmodi excisum, si in parva navicula imponitur aquæ, facies illa, quæ in minera austrum respiciebat, constanter versus boream se convertit, & vicissim, quocunque situ imponatur: idem fit, si suspendatur e filo, ut libere convertere se valeat. Hæc lapidis istius proprietas *directio magnetis* vocatur, atque ob eam duo velut *poli* oppositi in eodem concipiuntur, quorum axis per lapidem transit, unus *borealis*, qui boream semper respicit: alter *australis*, qui austrum, quamquam revera prout in cunis suis, sive in minera spectatur magnes, denominationes istæ permutari deberent.

II. Directio versus polos non est in ipso plano meridiani, sed ab hoc versus occasum, vel ortum declinat, non tantum in diversis, sed eodem loco nunc

plus

plus nunc minus. Hæc variatio dicitur *declinatio magnetis.* Parisiis Anno 1550 declinabat 8 gradibus ad ortum, Anno 1580 vero $11\frac{1}{2}$ gr. rursus anno 1620. 8. gr. anno 1666 fere congruebat lineæ meridianæ. Anno 1699 8 gr. ad occasum vergebat: anno 1757. $17\frac{1}{4}$ gr. & anno 1770 omnino 19 gr. 55'. Cl. GRAHAMUS Londini anno 1722 observavit 8 Martii deviationem magnetis ab hora 3 usque ad 8 a gradu $14\frac{1}{2}$ usque ad $13\frac{5}{6}$ gr. decrevisse, & ab 8 ad 12 horam a $13\frac{5}{6}$ usque ad 14 crevisse. Neque tamen decrementa continua fuere, sed per vices interpolata, ut intra horam tertiam & 8vam nunc $14\frac{2}{3}$, nunc $14\frac{2}{5}$ obtineret.

II. Hæ observationes singula, sive acu magnetica factæ sunt, per quam & alia deviatio detecta fuit, quæ est *inclinatio* versus horizontem. Vestigium huius inclinationis cernitur, si crudo magneti scobs ferrea inspergitur: adhærent enim exigua ferri spicula ita lapidi, ut quæ propiora sunt polis, magis erecta stent, & in ipsis polis situm axi polorum fere parellelum assumant.

IV. Ex hoc mira vis *attractionis & repulsionis* in magnete cognita fuit, qua ferrum in maioribus etiam distantiis ad se trahit, non minus, ac magnetem alium ita tamen, ut in magnete non nisi poli diversi boreus australem, australis boreum trahat, poli vero cognomines se mutuo fugiant. Magis vero admiranda est communicatio huius vis, quam ferrum magneti affrictum, aut diutius adplicatum recipit, adeo quidem, ut eadem cum ipso lapide phænomena directionis, declinationis inclinationis, & repulsionis spectanda exhibeat; quin ipsam vim tractivam lapidis sua armatura augeat; quæ iam diligentius exponenda sunt.

V. Lapis inermis parum virtutis ostendit; sed si ad cotem in duas facies planas complanetur parallelas, in quibus siti sunt poli ipsius; iisdemque adplicentur utrinque lamellæ ferreæ politis pedibus instructæ, augentur vires eousque, ut non raro pondera decuplo, maiora trahat, retineatque. Rara huius virtutis exempla passim apud scriptores extant.

VI.

VI. Prima dedit nautis usum magnetis Amalphis (canit poeta quidam) nempe Joannes Goya Amalphinus Neapolitanus anno 1302. Secundum alios Paulus Venetus lingulam magneticam anno 1260 usibus nauticis aptasse dicitur ' quem tamen ipse a Sinensibus accepisse fertur.

IV Acus chalybea bene æquilibrata, & in medio instructa pileolo, sive exiguo cono excavato, quo stilo acutissimo aurichalcino committitur, ut supra eundem liberrime converti possit, ad polum quendam fricetur, statimque cuspis polum mundi alterum, scilicet si ad australem acus affricta fuerit, borealem, & vicissim respiciet, nec amplius erit in æquilibrio, sed cuspidem mox ad horizontem inclinabit. Cuspides duarum acuum ad eundem polum affrictarum se mutuo fugient, diversis animatæ se trahent.

VIII. ut autem usus ad duplex phænomenon declinationis, & inclinationis, observandum commodior sit, acus pariter duplex paratur, & una quidem pro *declinatione*, ita, ut ante affrictum ea parte, qua austrum respiciat, aliquantum præponderet, ut dein post affrictum vel iam æquilibrium vel situm horizonti parallelum habeat, aut lima demendo quidpiam facilius ad eum reducatur. Notandum vero, quod vario affrictu ad eundem licet polum, eadem cuspis diversum polum respiciat. Sit enim (F. XIV. T. III.) lingula A B cum suo capitello F; Si cuspis B respiciat polum boreum, in C adplicetur magnetis C E australis polus C; isque continuo ductu super chalybem ducatur versus B, & ultra in D; tum per semicirculum D H E reductus polus rursus a C similiter versus B producatur, idque tamdiu, donec chalybs satis virtutis magneticæ imbibisse censetur. Quod si frictio fiat ex B in C eodem polo; cuspis B austrum petet; & siquidem mutatis vicibus ductus nunc ex C in B, nunc ex B in C continuentur, vis in ductu præcedente inducta per sequentem destruetur. Pixis tali acu instructa super lineam meridianam collocatur; & circulus in fundo pixidis vel margine in quadrantes & gradus divisus notabit declinationem acus a circulo meridiano.

no. Circulus autem qui per acum transit, & verum loci meridianum secat, adpellatur *meridianus magneticus*: ipsa autem pixis tali acu instructa *declinatorium magneticum*.

IX. *Acus inclinatoria* circulo verticali committitur, habetque axem in medio. Sed eam ad observationes minus aptam experti sunt Physici ob ipsam acus flexibilitatem, qua fit, ut centrum gravitatis in acu mutetur pro varia eiusdem inclinatione. Huic malo sequente ratione mederi possumus. In primis certum est, acum, quæ ante receptum magnetismum ad unam partem inclinatur, a vi magnetica adhuc magis inclinari; & quia per variam inclinationem mutatur vis præponderans, certa inclinationis quantitas hoc modo nunquam obtinebitur. Dein certum pariter est, quod, si acus nondum fricta eam præcise inclinationem haberet, qnam vis magnetica inclinans per se efficeret, hæc inclinatio nec post receptam vim magneticam augeretur, nec minueretur. Igitur acus ita construenda est, ut, antequam imbuatur vi magnetica, ad varias inclinationes redigi possit, quibus notatis uni harum respondeat inclinatio post vim ei tributam, quæ vera erit in loco observationis. Hoc ut obtineatur, acui, cuius longitudo ad 20 digitos pertingere potest, adfigatur circellus aurichalcinus D E (F. XV.) diametri circiter 4 dig. cuius centrum sit in axiculo acus politissimo, divisus in 360 grad initio capto ex parte, quæ austrum A respiciat in linea per mediam acum transeunte, & circulum bissecante. Eidem acui aptetur indiculus C qui partem sexagesimam ponderis totius compagis ex acu, & circulo non superet. Hic indiculus mobilis sit circa axem, quin tamen suo pondere se sponte vertat, & primo reducatur ad initium divisionis seu ad O, aut 360. Conficiatur iam (F. XVI.) alius semicirculus M N ligneus, pede suo P super quadratam tabulam S T mobilis, & in 180 gr. divisus. In medio fiat furca quædam G circa O continens duo frustula vitrea, quorum acies in centro semicirculi axem acus A B utrinque excipiant. His vitris imponatur acus, ante quam magneti adplicetur, & reducatur una cum circello, & in-

indiculo 360 gr. notante in æquilibrium, ut ſitum horizontalem obtineat. Ubi notandum, quod acu intacta correctio per limam in circello facienda ſit, ut æquilibrium obtineatur. Hoc labore finito indiculus C moveatur ſucceſſive per gradus ſui circelli, & ad ſingulos notetur inclinatio acus A B in ſemicirculo ligneo, & gradus tam indiculi, quam acus in tabulam quandam æquationis referantur usque ad 90 gr. Confecta demum tabula fricetur acus modo ſupra deſcripto, ut cuſpis B boream reſpiciat. Acu ſic parata & vitrorum aciebus impoſita, & indiculo C, quo lubet, poſito planum ſemicirculi & acus ponatur in meridiano magnetico, & notetur gradus inclinationis acus. Si gradus in ligneo ſemicirculo a cuſpide ſignatus reſpondetgradui ab indiculo ſignato, erit illa inclinatio vera acus magneticæ loco obſervationis reſpondens; ſecus indiculus eo usque promovendus, vel reducendus eſt, donec gradus ſemicirculi reſpondeant iuxta tabulam æquationis. E. C. contineat tabula hos numeros circelli

40	- Semicirculi	43
45	- - -	$47\frac{1}{2}$
50	- - -	51

Si acus notet gradum $47\frac{1}{2}$ indiculo ſtante ad gradum 45, habetur vera inclinatio. At ſi indiculo ſtante ad gr. 45, acus notet forte 49, promovendus indiculus ſucceſſive, donec numeri intermedii, aut forte 50 in circello, & 51 in ſemicirculo notentur. Eodem modo peragitur obſervatio aliis in locis, ubi inclinatio inquiritur.

X. Converſo ſuper tabulam inſtrumento ſive ad ortum ſive ad occaſum obſervatur inclinatio ſemper creſcere; ita ut emenſo quadrante a meridiano magnetico, acus quocunque orbis loco ſitum capiat verticalem, ſi inſtrumentum perfectum ſit, qualiscunque fuerit ſub meridiano magnetico inclinatio, quæ ibidem eſt minima: & ſic continuata converſione eædem rurſus inclinationes redire debent, ita, ut ſemper ſit ſinus totus ad cotangentem inclinationis ſub meridiano magnetico, ut coſinus declinationis ab hoc meridiano ad cotangentem reſpondentis inclinationis.

XI.

XI. Ex hoc porro corollarium magni momenti ducitur, nimirum magnitudinem declinationis nexum habere cum inclinatione, & ab eadem certa ratione dependere. Obſervatum fuit variis in locis, uti prope inſulam Alboranam in mediterraneo, ad Virginiæ litora, in ſinu Finlandico ad Raſſemburgi ſcopulos, acum magneticam veluti ebriam in gyrum converti, nec ullam ab ea certam ſignari plagam. Quid? ſi his in locis inclinatio prope ad 90 gr accedit? quo caſu declinatio ceſſare debet. Experientia opinionem hanc ſola confirmare poteſt, vel evertere.

XII. Cauſſam horum effectuum dum inquirit Phyſicus, merito hæret; atque ut veterum hypotheſes ac phraſes prætereat, leges vulgaris attractionis minime ſufficere animadvertit, præſertim ſpectata diſtantia, in quam ſe vis magnetica exerit; atque idcirco mechanicam quamdam cauſſam, nempe effluvium intervenire, haud gravate dabunt Newtoniani. Iſtiusmodi effluvium prodere ſe videtur per figuras illas, in quas ſe diſponunt particulæ ſcobis ferreæ papyro inſperſæ, qua magnes aut filum ferreum aut lamina cuiusvis figuræ magnetica vi imbuta tegitur. Cernitur ibi, quomodo vorticuli quidam prodeant in medio, & in extremitatibus: quomodo hi vorticuli ſe mutuo complectantur, ſi duarum laminarum poli amici ſe reſpiciant: quomodo ſe mutuo repellant, ac diſſipent, ſi inimici cognomines iungantur. Attractionum quidem directio longe alia eſt; nec ulla motuum compoſitio talis & tam varia ſimulque regularis ullum in attractionibus ſolis fundamentum habere videtur. Certe in deſcripto paulo ante inclinatorio tam varia, tamque regularis inclinationum mutatio ingentem effluvii cuiusdam vorticoſi probabilitatem facit.

XIII. Præter iſtud effluvium certa quædam partium interiorum textura tam in magnete, quam in ferro præcipue requiritur. Quamdiu magnetes igne candeſcunt, vim nullam oſtendunt: ferrum poſt candefactionem vim omnem exuit. Ipſe modus parandi acus magneticas iſtud confirmare videtur; aut cur certo duntaxat ductu petita directio obtinetur? cur ductu contrario deſtruitur. XIV.

XIV. Quæ adhuc dicta sunt de effluvio & structura interna, maximopere confirmantur per magnetes artificiales, & ferreos qui æqualem, imo longe superiorem præ ipsis lapidibus vim vel a situ, vel ab arte recipiunt. Suspendatur acicula e filo æquilibrata; hæc sponte sua progressu temporis in planum meridiani magnetici se disponet: trahet acus alias, & repellet polos cognomines. Filum crassius ferreum, aut pertica verticaliter allidatur ad firmum solum, aut lapidem quendam; acquiret suos polos, quibus cuspides acuum magneticarum iam repellet, iam attrahet. Repetatur concussio inversa pertica: mutabuntur poli. Sic etiam filum ferreum tenue, si in plano meridiani magnetici una manu debita inclinatione, quam acus habet magnetica, teneatur, & leviter vel digito percutiatur, vim acquirit magneticam, quam perdit, vel mutat ictu contrario Eandem post tempus haud adeo longum acquirit, si sub hac inclinatione infigatur terræ. Magnetes artificiales, uti notissimæ hodie regulæ ferreæ, aut sic dictæ equinæ ungulæ, percussione simili sub inclinatione debita ac situ prædicto in meridiano, conficiuntur. Modum alium fusius descriptum vide apud P. Hauser Tom. VI. §. 274. Cruces ferreæ e templorum altiorum tectis desumtæ magneticæ deprehenduntur. Hæc, aliaque generis istius sane ostendunt, ferrum non nisi debilem magnetem esse: Nihil autem his effectibus magis congruum, ac rationi conformius videtur statui posse, quam ferri texturam subita percussione, sive diuturniore effluvii magnetici adfluxu, dum sensim per poros penetrat, ita ordinari, ut pares cum ipso lapide vires exerat. Hæc quidem satis verisimilia sunt. At enim plura supersunt, eaque admodum difficilia, pro quorum explicatione in hypothesibus fingendis frustra adhuc desudatum est.

Plurimorum opinio est, nucleum terræ magneticum esse, eum tamen ipsum non homogeneum, sed variis in partibus alia inerte materia mixtum. Hirius senior magnetem 100 tt. in formam sphæræ conformavit diametri sesquipedalis, eumque suis circulis instar globi terrestris distinxit. Acus his circulis admota iam, sub æquatore axi

axi pararallela, iam extra hunc sub variis meridianis varie inclinata modo dextrorsum, modo sinistrorsum declinabat; quæ vicissitudines heterogeneæ lapidis texturæ facili coniectura tribuuntur. Ob similem igitur rationem similia pariter phænomena in superficie magnetis terrei contingere arbitrantur. Alii volunt, ex nucleo magnetico plures ramos versus terræ superficiem propagari; eoquod ubivis ferme in terræ fodinis, & alibi etiam mineræ magnetis reperiantur; a quibus anomaliæ declinationum & inclinationum provenire debeant. Narrant, in regno Peruano inventam fuisse mineram magneticam, in qua nobiliores duæ venæ in crucis modum a borea versus austrum, & ab ortu versus occasum se decussabant, acus posita in plano venæ prioris boream respiciebat: posita vero in plano alterius venæ versus ortum tendentis ita se disponebat, ut si ex parte ortivo poneretur, declinaret versus occasum; si vero ex parte occidentis, ad ortum vergeret, cum scilicet utrinque venam meridionalem respiceret. Verum ex eiusmodi inventis difficile est, generalem regulam statuere. Ut periodica illa, qualis videtur, declinationum variatio explicetur, iam unum, iam duplicem polum magneticum effingunt in terra, quibus varios similiter periodicos motus attribuunt. Sed supervacaneum puto hypothesibus diutius immorari. Aliud æque mirandum phænomenon est, quod nexum quendam aut affinitatem electricitatis cum magnetismo exhibere videtur. Ferrum fulmine tactum fit magneticum. Atque hæc fortassis ratio subest, cur ferramenta in turribus aeri exposita vim magneticam imbibant. Verum licet in vi tractiva & repulsiva, quædam analogia adpareat inter materiam electricam, & magneticam; hæc tamen ob virtutis stabilitatem plurimum ab illa differt. Si textura ferri iam prius bene parati sola concussione ita ordinari potest, ut debitam effluvio magnetico viam præbeat; cur idem ictu fulmineo non possit effici?



CA-

CAPUT II.

De Regno vegetabili.

In Phytologia, uti aliis naturæ regnis, non contemnendum ex primis institutionibus progressum fecisse censendus est, qui illud didicerit, quorsum in re vastissima oculos vertere, quidve contemplari, aut experiri maxime debeat, siquam eruditionem ampliorem aucupetur. Quapropter summa duntaxat rerum infinitarum capita exponenda a nobis sunt.

§. CCII.

Definitio Et Generalis Divisio Plantarum.

I. *Planta* est corpus organicum, quod nutrimento intus assumto crescit, & vegetat unice. Hac crescendi ratione ea distinguitur ab omni alio corpore crescente tantum per iuxtapositionem partium; & meram externam coagulationem; qualis fit in vegetationibus chemicis; & incremento lapidum.

II. Planta generatim dividitur in terrestrem, & marinam; & ad quatuor summas classes reducitur. In prima est *arbor* planta lignosa; quæ ex radice simplicem emittit caudicem perennem; sive truncum; qui in plures ramos dividitur. In secunda est *frutex* planta pariter lignosa cum multiplici caudice perenni crassitiei & altitudinis mediocris; uti corylus. In tertia *suffrutex* humilior tenuioribus lignosis ramulis; minutisque foliolis, uti ruta. In quarta denique *herba*, ex cuius radice caudex mollior, & anno uno arescens; aut non nisi folia pullulant.

§. CCIII.

Partes Plantarum.

I. Partes plantæ sunt radix; truncus vel caulis; rami; folia; flores; fructus & semina, omnes organicæ; per quas succus nutritius dispensatur.

II. *Radix* eſt infima pars plantæ, qua nutrimentum ad ſe trahit ſubtus terram fixa. (De marinis ſermo non eſt) variæ ſunt radicum formæ. In aliis enim plantis radix ſimplex eſt, in aliis multiplex, iam recta, iam geniculata, interdiſtincta nodis, nunc turbinata, nunc rotunda; quo caſu *bulbus* vulgo dicitur. Sed diſtingui oportet inter talem radicem, & bulbum e. g. allii, quem Botanici non radicem, ſed veram plantam dicunt, utpote caulem ipſum iam in ſe continentem. Porro triplex eſt radicis ſubſtantia. Primum & extimum involucrum vocatur *cortex*, quæ eſt poroſa, & flexilis ſubſtantia inter duas cuticulas tenues, exteriorem, & interiorem, quam *Parenchyma*, ſive intermediam dicunt. Inter Parenchyma, & ſequentem cuticulam eſt ſubſtantia lignoſa prælongis fibris conſtans, paucioribus quidem, ſed maioribus, quam cortex, poris pervia. Hæ fibræ quædam filamina in corticem inſerunt; ideo *inſertamenta*, dicuntur. Intima eſt medulla, eiusdem cum cortice ſubſtantiæ, quæ horizontaliter ſecta plerumque rete circulare exhibet radiis a cortice immiſſis varie intertextum, & utriculis diſtinctum.

III. Truncus plantæ, in arboribus *caudex & ſtipes*, in herbis vero *caulis*, in cavis & fiſtuloſis *calamus*: in frumentis *culmus*: in leguminibus *ſcapus*, easdem cum radice partes habet. Colligit enim in communi limite omnes radicis partes; quin teſte Lewenhoekio radix tiliæ ſepultis infra terram ramis ſimiles ramos ſurſum-progerminavit. Subſtantia corticalis duabus cuticulis clauſa *liber* dicitur. Exhibet liber fiſtulas lignoſas cancellatim implexas inter ſe ſe, & variis utriculis lymphaticis intermixtas. Varius eſt autem cortex in variis plantis, craſſus & carnoſus in populo, tenuis in lauro, membranaceus in arundine, nervoſus in vite, glaber, aut aſper, aculeatus, ſpinoſus &c. Subſtantia lignoſa præter fibras & fiſtulas in longum porrectas & utriculos tranſverſim diſpoſitos habet etiam canales maiores argentei coloris veluti tracheas quasdam, per quas aer tranſmeat. *Medulla* denique prædictis utriculis tota fere conſtat, quas per orbem emit-

emittit in lignosam, & corticalem substantiam. Rami eiusdem, ac truncus, rationis sunt.

IV. *Folia* pedunculo seu petiolo instructa sunt veluti rami, aut trunci compendio quodam, ex quo fasciculus fibrarum in illo collectus se diffundit. Videntur hæ fibræ a sola substantia corticali provenire; cum folia nullam habeant cum lignosa substantia connexionem. Eædem fibræ rete constituunt, cuius vacuola replet pulposa substantia tenuissimas inter cuticulas constricta, quæ macerata in aquis, & detractis cuticulis facile separatur, & pulcherrimum folii sceleton relinquit.

V. *Flos* nova quasi planta censeri potest. Distinguitur in simplicem, & compositum ex pluribus scilicet flosculis. Quilibet flos vel est *monopetalus*, unius & continui folii, vel *polypetalus* plurium foliorum. Non omnes flores *calicem* habent. Est autem calix propago petioli, & ex forma varia sortitur nomina. Sed neque plantæ omnes suos flores propalam ostendunt, in quibus est ficus. Cæterum partes florum sunt folia sive petala, stamina cum antheris; & pistilli. Pistillus in flore vel simplex est, vel duplus, triplus &c. Cohæret is ipsi rudimento fructus aut seminis, vel ipsemet fructus est, & terminatur in ipso seminis receptaculo: figura varia est, modo velut stilus rigidior rectus, aut flexus nunc sursum tendit, nunc pendet deorsum, modo instar filamentorum serpit. Singuli suos ductus habent, & in summitate desinunt in villos veluti holosericos, vel in oleosas vesiculas, variaque habent stigmata, oscula, incisuras &c. aperturas scilicet suorum canalium. *Stamina* sive capillamenta sunt fila illa tenuia, quæ pistillos cingunt, & ideo sertum floris dicuntur. In apice horum filaminum *antheræ* sunt, sive massulæ plerumque spongiosæ, vesiculis plenæ, e quibus, dum flos maturescit, pulvis seu *farina florum* erumpit. In pluribus tamen vesiculæ istæ hærent intra ipsa stamina velut in vagina. Figura pulvisculorum per microscopia varia cernitur, modo oblonga instar ovi, ut in *Perforata*, modo cylindrica, ut in *meliloto*: prismatica in *flammea*: crucis figura conspicitur in *ficu silvestri*, globulosa in *granadilla*

dilla & pluribus aliis. Odor pulvisculorum plerumque penetrans est; plurimumque olei iidem continent.

VI. *Fructus* est pars plantæ annua, flori cohærens & seminis receptaculum, qui vel ex ipso pistillo ex parte saltem consistit: vel eidem in calice subjectus est. In pomis cutis est extensio libri: & caro intumescentia partis interioris libri secundum Grewium: pericarpium vero seu pulpa mollis semen ambiens e medulla provenit. In nuce & in glandibus accedit tunica viridis partim ex libro, partim ex lignosa substantia, testa vero sive putamen e parenchymate corticis viridis & cuticula interiore formatur.

VII. *Semen* est pars plantæ minor, e qua terræ commissa similis prodit. Integumenta sunt quatuor. Primum est capsa extima, uti perenchyma fructuum siliquæ leguminum, thecæ nucum. Alterum est cartilagineum vel corneum, vel testaceum foramine instructum, per quod radicula seminis primo emicat. Tertium pellicula interior, spongiosa & succulenta. Quartum vocatur secundina; estque tenuissima pellicula & prioris quasi duplicatura, cui illa radicula plerumque arctissime cohæret. In ipso semine occurrunt lobi e. g. in pisis duo farinacei: in grano frumenti unus. Intra lobos est fossula utrinque excavata, intra quam germen latet, in quo e. g. in faba distinguitur radicula & plumula ex tenuissimis filamentis simul complicatis composita, & duabus lamellis obtecta; atque in his sine omni dubio ipsum novæ plantulæ rudimentum continetur; quod quidem in cæteris aliarum plantarum seminibus similiter se habere anologia persuadet.

§. CCIV.

Plantarum Semen.

I. Propagatio plantarum fit iacto, in terram semine, aut rami decisi defossione, aut ramusculi insitione in truncum alterius arboris, aut inoculatione ut vocant, quando gemma unius loco alterius substituitur. Id notandum: dantur plantæ, qnæ flores habent omnes frugiferos,

feros, suntquæ illæ, quorum flores omnes complectuntur partes antea descriptas, nempe capsam, stamina cum pulvere, & pistillum, ceu tulipæ, lilia, pyri. Aliæ florem habent duplicem, unum sterilem, seu spurium, ut vocant, alterum fæcundum, ut pepones. Differunt hi flores in eo, quod spurius habeat stamina: fæcundus vero pistillum sine staminibus saltem farinam ferentibus. Ac si spurii flores decutiantur, antequam farina e staminibus erumpit; etiam reliquis nullus succedet fructus. Aliæ dantur plantæ eiusdem quidem speciei, sed in eo differentes, quod una flores habeat steriles, altera fæcundos, ut cannabis, palma; in quibus par fere ratio est; nec una sine alterius societate fructum fert. Sunt aliæ, quæ florem conspicuum non habent, uti ficus, cuius gemma in convolutis foliolis placentulam seminibus plenam continet. Hæc semina, sive granula suo quodvis pistillo & calice instructa sunt, qui in quinque vel sex apices divisus superne pistillum ambit, ut proin flos & fructus communi cortice involvatur.

II. Ex his deducitur *primo*, in plantis distinctionem quandam sexus locum habere. Et vero iam vulgus cannabim sterilem vocare solet fæmellam, marem vero alteram fæcundam, præpostera quidem nomenclatione; cum plantæ generanti nomen matris, patris vero fæcundanti competat. *fæcundatio* vero fit *per farinam*, vel pollinem florum, sine quo fructus non provenit. Confirmatur istud ex ipsa capsularum, & pistillorum inspectione. Si *flores masculi*, (sic vocabimus eos, qui farinam ferunt) auferuntur, aut si pulvis ex iis copiosa pluvia ante tempus abluitur; aperta capsa *floris fæminei*, pistillo nimirum instructi, videntur in ea folliculi seminales prorsus flaccidi, corrugati, exsucci. At relictis masculis videbimus subito pistillum illo pulvere conspersum, maxime circa stigmata, incisuras, commissuras per quas subtilissimis hisce pulvisculis via patet ad interiora seminum ceu ovulorum conditoria, quæ paullo post aperta succo turgere conspiciuntur, ac prorsus vegeta. Idem dicendum de primi generis plantis, si antheræ auferuntur ex staminibus e. g. tulipæ; ubi id quoque his in floribus ob-

fervatur, ftamina effe breviora in flore deorfum flexo, cuius piftillus longior dependet, ita tamen, ut etiam ftigmata & incifuras ad antheras convertat ad latus, aut omnino furfum, ut decidentem pulverem excipiat.

III. Deducitur *fecundo*, omnes plantas a femine oriri. Quomodo enim corpus quoddam organicum fortuito particularum concurfu coalefcere poffit? Etfi enim quibusdam in plantis flores non adpareant, nec ulla femina; ex analogia tamen, aliarumque exemplo eadem ortus ratio recte colligitur. Inventa funt femina filicum & fungorum, quæ inermem oculum utique effugiunt. Quidni alia dentur adhuc minora, quæ armatam quoque lentibus aciem ludant? Si varias feminum figuras fpectamus, haud mirabimur, in quibusdam locis, quæ partui plantarum minime adcommodata videntur, plantas florefcere, uti in tectis turrium, muris, fuper petras &c. cernimus enim, quibusdam feminibus alas a natura fuiffe additas, queis beneficio ventorum late circumferri poffint. Multa femina minifterio avium difperguntur, imo quadrupedum etiam, quorum pedibus cum luto adhærent, & afportantur. Quodfi modica terrei pulveris accedat portio (eft enim quarundam plantarum parca indoles, & paucis contenta) radices ftatim agent ope humoris pluvii, ac roris, & tandem in altum excrefcent.

§. CCV.

Plantarum Classes.

I. Ex obfervationibus paullo ante indicatis Carolus Linnæus claffes plantarum, & characteres a fexu, partibusque generationi fervientibus definivit. Duo illarum fumma genera conftituit. I genus eft *florefcentium publice*, quæ flores habent palam fpectabiles. II. Genus non publice florefcentium, easque vocat *cryptogamos*, quarum nimirum genefis fit occulte; quoniam flores haud confpici poffunt.

II. Primum genus dividit in *Monoclinas*, quæ flo-

flores omnes habent piſtillo & ſtaminibus velut in uno thalamo collectis inſtructos ; unde flores *hermaphroditas* vocant ; & *diclinas* ſeu quæ habent flores tum maſculos , tum fæmineos. *diclinarum* claſſes ſunt tres : *Monœcorum* , quæ ſimul ex eadem radice florem utrumque proferunt : *Diœcorum* , quarum flores ſunt in ſeparata planta eiusdem ſpeciei : *Polygamorum* , quæ habent flores & hermaphroditos , & maſculos aut fæmineos in eadem ſpecie.

III. *Plantæ Monoclinæ* ſtamina habent aliqua ſaltem parte inter ſe , aut cum piſtillo cohærentia , earumque flores (ſeu potius ſtamina) dicuntur *affines* : ſi nullo modo cohærent , *diſſines*. Affinium ſunt claſſes quinque *monadelphorum* , quorum ſtamina filamentis ſuis in unum corpus coaleſcunt : *Diadelphorum* , quorum in duo , *Polyadelphorum* , quorum ſtamina in tria vel plura adhuc corpora filamentis ſuis colliguntur. — Flores diffines ex magnitudine reſpectiva ſtaminum dividuntur in ſubordinatos , & indifferentes. *Subordinati* ſunt , qui ſemper habent duo ſtamina breviora cæteris ; ſuntque claſſes duæ : *Didynamiorum* , quæ habent quatuor ſtamina , & ex his bina breviora : & *Tetradynamiorum* , quorum quatuor longiora , & duo breviora ſunt. *Indifferentes* denique maximum numerum claſſium continent ; ſuntque illi , quorum ſtamina indifferenter maiora , vel æqualia ſunt magnitudine. Porro characteres claſſium ſumuntur a numero ſtaminum in flore hermaphrodito , ſuntque *Monandria* , *Diandria* , *Tetrandria* , *Pentandria* , *Hexandria* , *Heptandria* , *Octandria* , *Enneandria* , *Decandria* , *Dodecandria* , *Icoſandria* , *Polyandria* , a 15 ad 1000 ſtamina ; Ex quibus tamen tetrandria , & hexandria diſtingui debent a didynamiis , & tetradynamiis per bina ſtamina minora.

IV. Duo iam ſunt inter Phyſicos controverſa. *Primum* utrum germen plantæ in ipſo polline , quo planta fæcundatur , aut in ovulo contineatur ? prius adſerit Lewenhœkius ex eo capite , quod in ovulo ſeu ſemine , antequam farina ei inferatur , nullum organizationis deprehendatur veſtigium , & quod ipſi

pulvifculi videantur esse corpuscula organica. Sed hoc ipsum alii incertum esse aiunt, nec organi cuiusdam observationem haberi. Nam externa figura necdum probat internam organizationem, utpote quæ maxime pendet ex figura ductuum, & canaliculorum, per quos liquor exsudat, cuius cuticula ex eodem concrescere potest. Videntur hi pulvisculi solummodo continere liquorem energicum, quo folliculus feminalis fovetur, ac leni fermentatione partes eiusdem excitantur, ac evolvi incipiunt prima plantæ lineamenta. Quid? quod magis adhuc incertum sit; pulvisculos hos in ipsum folliculum, seu ovulum recipi; an enim non sufficiat exterior adplicatio? an unus duntaxat globulus incidit, an plures? via certe patet pluribus? an igitur plures organa simul efficient? Sicut nimirum semen iam formatum, si committitur terræ, humore fovetur, & accedente sensim nutrimento se explicat: ita semen in matrice sua conditum simili fomento, & nutrimento opus habet, quo prima evolutio peragatur; quod fit per illapsum farinæ, & liquoris energici oleosi, ac sulfurei. Dilineatio igitur plantæ habetur in ipso folliculo seminali, sive ovulo, quod per farinam fæcundatum vegetat. Ex hoc autem altera enascitur controversia, utrum tota iam planta cum omnibus suis partibus in semine contineatur, sive utrum semen ipsum de novo generetur, & efformetur; vel an omnino semina, sicut omnes aliæ partes plantæ simul concreata sint, ut non nisi partium istarum evolutio fieri debeat.

V. Evolutionis patroni aiunt, sicut plantæ non nisi ex semine nascuntur; cum nullum corpus organicum ex fortuito quarumvis partium concursu oriri possit; ita etiam semen, quod æque est corpus organicum, ac ipsa planta, de novo oriri non potest; non enim alia ratione oriretur, quam ex coagulatione succi nutritii, qui nihil in se organicum habet. Sed neque aliud quidpiam in semine præformatum est, ex quo organizatio perficiatur; Sicut igitur in semine adparent vestigia quædam plantæ, quæ sensim elvolvuntur; ita recte concluditur; in eodem latere partes cæteras omnes, puta ramos, folia flores & ipsa semina.

na. Iſtud autem, ut rationi non repugnare oſtendant, infinitam prope materiæ tenuitatem, ac diviſibilitatem obtendunt. Idem ſyſtema evolutionis in animantibus quoque tenent, dicuntque, ſicut in animalculo quovis exiliſſimo, & oculis non viſibili perfecta datur omnium partium organizatio, ut ſuſpicio locum habere non poſſit, illud fortuito natum eſſe; ita idem haberi poſſe in quovis ſemine.

VI. Sunt tamen plurimi, qui huic ſyſtemati refragantur *primo* ob enormem multitudinem ſeminum, ex quibus etiam ſingulis proceriſſimæ arbores enaſcuntur cum novis ſeminibus, ut in innumeros fere milliones millionum arborum, ne dicam, ſeminum excreſcat numerus, qui in uno unico lateret granulo e. g. ulmi, in qua Dodartus ſeminum numerat 33 milliones. Siquis iam pergat in calculo & totidem e ſeminibus totidem ulmos cogitet: in quavis totidem rurſus milliones ſeminum, ac labor is continuetur vel ad decimam usque generationem; fidem ſuperabit vel numerus ſeminum, ne dicam arborum in unico granulo cum omnibus partibus latitantium, quantamcunque ſubtilitatem ac diviſibilitatem materiæ tibi finxeris. Sed neque neceſſarium putant admittere tam paradoxam fæcunditatem ſeminis. Nam certum videtur, ex ſucco nutritio novas plantæ partes adgenerari, atqui hæ partes novæ; pariter organicæ fieri poſſunt, ita, ut non vacuola tantum, & poros impleant, ſed ipſæ etiam alimentum recipiant, excoquant, ulterius promoveant, ac in alias partes diſpenſent. Partes organicæ conſiſtunt in tubulis, & membranulis. Cur autem ſuccus per canaliculos penetrans non poſſit paulatim concreſcere in eiusmodi cnticulas, formare veſiculas alternatim inter ſe communicantes? Quamvis enim hoc fieri non poſſit ſine præformatis aliis vaſis ceu modulis: His tamen poſitis, ſicut nutrimentum conſtituere poteſt partes vaſorum magis ſemper, & magis ſe expandentium, ita etiam novam poteſt organi partem e. g. in longum formare. His quidem admiſſis nulla ratio eſt, cur ſubtiliſſima eiusmodi filamenta & fibrarum deſinentiæ tandem iuxta formam vaſorum non protrudantur primum in gemmam, mox

in

in florem explicentur, sub quo illa appendix successive in semen elaboretur. Et vero, quomodo recisus ramusculus terræ insitus radices deorsum agit? an latent in eo semina, ut dodartus vult; & cur non multiplicatur? cur non tot sursum arbusculi pullulant, quot radices deorsum mittuntur? an serio persuadere sibi quis possit, has radices e ramusculo duntaxat evolutas, & nihil organicum adgeneratum fuisse. Taceo insitionem plantarum aliarum supra alias, & monstrosos plantarum fœtus; quæ quidem in systemate evolutionis ægre explicantur. Similiter differendum est de animantibus; de quibus cum agitur, systema evolutionis ob easdem, ac maiores etiam rationes reiiciendum est.

§. CCVI.

Vegetatio Seminis, Et Plantæ Nutritio.

I. Granulum seminis farina fæcundatur, quatenus per energicum istius liquorem illius stamina consolidantur; ac tum, quamdiu semen exsiccata pulpa & cuticulis suis obvolutum manet, nullum habet vegetationis motum: at si terræ committitur, posteaquam emollitæ per humorem pelliculæ una cum farinacea loborum substantia eundem humorem per poros admiserunt, germen ipsum humectatum liquorem a lobis exsudatum ceu lac quoddam imbibit. E concursu huius lactis cum latente oleosa, & sulfurea pollinis substantia oritur quædam fermentatio, qua tenella plumulæ, & radiculæ præsertim vasa dilatantur; unde fit, ut primus hic succus nutrititius iam intimius per venulas, & ligamenta radiculæ serpat, ibique percolatus in fibras foliorum seminalium atque in plumulam transeat.

II. Radicula hoc modo increscens tandem viam per foramen sibi aperit, & humore ambientis terræ amplius emollita apertis poris succum nutrititium incipit sugere, eumque adhuc crassiorem. Venulæ igitur distentæ hoc humore & prægraves flexilitate sua subsidunt, aut deorsum trahuntur, quocunque situ, etiam inverso, semen in terra reponatur. Hic attractio quæ-

quædam fortior ab inferioribus partibus accedit, cum humor terreus sursum eluctando radiculæ ultro occurrit, eamque penetrat.

III. Humor in radicula receptus, ibidem magis elaboratus, secretisque partibus crassioribus purior per venas serpit in foliola seminalia, & partim etiam in plumulam. Hæc foliola, quæ simul nutrimentum a loborum substantia capiunt, atque plumulæ subvehunt, aucta crassitie tandem rumpunt loborum tunicas; lobos ipsos absumta, qua hactenus nutriebantur, pulpa separant, & ex iisdem emergere incipiunt. Hæc disruptio non fit sine vi elateris, qua remotis arenulis, ac terreis particulis spatium fit, ut liber exitus paretur foliolis plumulam adhuc contegentibus.

IV Ponatur iam semen inverso situ iacere in terra, & plumulam cum foliolis deorsum respicere. Mirum, quod haud secus, ac in situ recto e terra emergat planta. Radicula iam inflexa, & deorsum spectans succum subministrat demum copiosiorem aliis partibus: succo via impeditior cum sit ob flexum, ibidem collectus expandet vasa, & constipatas fibrillas sensim extendet; quo fit, ut intendatur elater, & flexuræ convexitas magis, magisque minuatur. Sic lobi cum foliolis & plumula paulatim attolluntur: liberor meatus conceditur succo ' eiusque partes magis volatiles ad extremitates plantulæ facilius feruntur. Ad hosce motus haud parum illud confert, quod foliola seminalia cum plumula, dum intra terram adhuc condita sunt, & lobis stipata; succum vix ullum immediate a terra recipere possunt ob ipsam oleosam, qua hactenus a lobis nutriebantur, & peruncta manent, substantiam; secus haud aliter, ac ipsa radicula ab humore occurrente, si eum tanta copia imbiberent, deorsum trahi deberent. Sola structuræ diversitas id prohibere haud posset; cum experimento constet, ramos quoque defossos radices agere, easque sursum pullulare. Hinc provisum a natura videtur, ut radicula primo exeat, nec sine vi per foraminis angustias, ut sic absterfa unctione, quam intra lobos receperat, statim succum e terra hauriat. At foliola cum plumula diutius intra lo-

lobos hærent, donec radicula increſcat, & vires fibrarum creſcente pede plantulæ ſenſim augeantur.

V. Emergentia e terra foliola ſeminalia ſe mox exſplicant, & ſuccedenti plumulæ viam pandunt: accedit in dies maior e radicula ſucci copia: protruduntur alia foliola, quibus ſuccus depuratus plumulæ deinceps ſubminiſtratur areſcentibus foliolis ſeminalibus ex defectu ſucci, quem adhuc e lobis reſiduum in plumulam diſpenſarunt. Sic creſcit tandem planta ad definitum magnitudinis ſuæ terminum. Ac quamdiu dein ea nutrimenti copia ſuppeditatur, quæ ad reſarciendam iacturam per continuas exhalationes factam requiritur, planta perſeverat; ſecus areſcit, & emoritur.

VI. quæritur, quodam ſit alimentum plantarum? quomodo intra plantam veniat, elevetur, coquatur, & in ſubſtantiam tranſeat? Veteres pro alimento plantarum aſſignarunt terram, quæ mediante aqua ceu vehiculo per earum partes diſpenſatur. Boylius autem cum 200 libras terræ igne toſtas ſumſiſſet, in qua ramus ſalicis 5 librarum per annos quinque irrigatus in arborem 169 libr. excrevit; cum terræ non niſi tres unciæ deficerent, ſolam aquam plantarum alimentum eſſe cenſuit. Verum cum quodvis corpus ex iis elementis componitur, in quæ reſolvitur, planta quævis tribus maxime principiis conſtare deprehenditur, *primo*, oleo, ſulfureave ſubſtantia phlogiſton continente, ut patet ex flamma, quam concipit, & nutrit: *ſecundo* ex ſalibus tam acidis, quam alcalinis fixis & volatilibus. *Tertio* ex terra, ſeu ſubſtantia fixa & inerte, in cineribus ſeſe exhibente. Præter hæc aer & humor aqueus fumo ſe produnt eo rariore, quo planta magis eſt exſiccata. Quoniam igitur conſtat, ſolvens univerſale eſſe aquam, atque ipſum etiam aerem ad variorum corporum ſolutionem concurrere, alimentum plantarum erunt ſalia, ac oleoſæ ſulfureæ partes ſolutæ, aere, aqua, ac ſubtiliſſimis terreis particulis mixtæ. Porro aquas pluvias, multo autem magis fontanas, fluviatiles, ſtagnantes eiusmodi ſalinis, unctuoſis, ac terreis etiam partibus

in-

infectas esse constat. Igitur si vel anno uno 200 libras aquae Boylius affudit, mirum non erit ad 169 libras excrevisse, quin opus fuerit alimentum e sterili, qua usus est, terra repetere, quamquam salia fixa per ignem expellere non potuit. HOMBERGIUS feniculum severat in duobus vasis, quae singula 200 libras terrae salibus bene purgatae capiebant. Uni duas uncias nitri immiscuit: quantitas aquae affussa utrique aequalis. Vegetatio primis diebus utrinque par erat, & incrementum aequale, nutrimento scilicet e solis fere lobis, & foliis seminalibus suscepto. Sed paulo post feniculum in terra sale mixta, quarta parte surgebat altius & duplo etiam pondere increvisse deprehendebatur, deficiente sale in altero vase, quo mediante & aliae partes terrae facilius solvi potuissent. Caeterum longe minus semper incrementum est, quam haberi posset, atque ab affusa etiam aqua deberet, si eadem immediatum plantae alimentum foret.

VII. Quivis facile perspiciet hoc loco, solutiones humidas ad alimenti praeparationem intra terram a natura adhiberi. Si iam spectentur plantarum organa, tot utriculi inter se communicantes, & a medio plantae ad corticem quaquaversus dispositi, tot fibrae, fistulae, canaliculi, quorum alii succo pleni, veluti venae, alii aeri simul pervii ceu tracheae in longum protenduntur, & partim inter se, partim cum utriculis connexi sunt, haud difficile erit concipere tum assumtionem alimenti, quae fit per radicem, tum eiusdem percolationem ac depurationem per utriculos, dein transfusionem in venas, per quas veluti capillares tubos succus primum adsurgit, atque inde eiusdem succi dispensationem per utriculos in altum succedentes, e quibus succus adhuc magis excoctus rursus a venis exsugitur, atque in altum promovetur.

VIII. Ubique hic comes it motus fermentationis, & praecipitationis, quando salia, olea per varia plantae vasa transeunt, & succis aliis permixta iam concitantur ad fermentationem, iam partes aliquae praecipitantur, reliquae partes subtiliores aliis tenuioribus plantae partibus subvehuntur. Iuvantur hi motus ab aere, qui

qui non solum una cum alimento e terra penetrat, sed etiam extra terram per poros plantæ, & aperta vasorum oscula viam invenit. Sicut enim exhalationes plantarum, quas vel solus odor, quem spirant, comprobat, aeris exspirationem e planta satis ostendunt; ita motus nutritionis, & ipsius succi in partibus internis plantæ præsentiam novi aeris requirit; cum enim hi motus absque rarefactione nunquam efficiantur; aer suo elatere penetrabit in partes minus resistentes; unde vasa una parte paulatim dilatantur, alia comprimuntur a turgentibus vesiculis, quibus subsidentibus mox vasa laxantur; ut adeo hac quidem ratione oriatur motus quidam peristalticus, & hinc aer externus, & purus per vices subeat, inde expellatur una cum partibus secretis & lympha vel inutili vel superflua. Unde non raro noxias plantarum exhalationes sentimus.

IX. Per quasnam vero partes succus nutrititius ultimo elaboretur, ut pro augmento plantæ serviat, variæ sunt opiniones. Alii corticem, alii lignosam substantiam, alii medullam, alii ipsa folia pro officina alimenti statuunt. Omnes hæ partes conferre ad id quidpiam videntur, sed non æqualiter in plantis omnibus. Salices exeso ligno cum medulla germinant: veteres oleo fæcundantur, si detracto cortice annulus corticalis ex alia iuvene substituatur: rami arborum vel solo cortice hærentes, fructus & flores ferunt, imo & lignosam augent substantiam; quam ideo plures a cortice oriri putant, & circulos illos, quibus anni ætatis plantæ numerantur, a cortice sensim avelli, & ligno accrescere volunt. Verum ulmus etiam decorticata floret, & lignosam auget substantiam. Suber, & platanus corticem veterem deponunt, & novum induunt. Vites & sambucci prope mera medulla constant: surculi insititii non solum cortici sed præcipue ligno committi debent. Medulla ramorum ipsius medullæ stipitis propago est: in pluribus arboribus crescente ligno medulla decrescit. Unde nec pro una potius, quam alia parte generatim quidquam pronuntiandum est. Denique foliorum ea est structura, ut succus videatur per rete venularum transmittendus,

&

& per pulposam intermediam substantiam percolandus. Id certum, folia instar pulmonum prope esse pro respiratione plantarum, multumque ea roris emittere, & vicissim multum humoris ex pluviis & nebulis ab iisdem sugi. Certe spiraculis seu porulis plena sunt, ac interius valde spongiosa. Ex iisdem succum ad petiolos descendere experimenta probant; ac incrementum arbusculorum quam maxime impeditur, si vel decutiantur folia, vel iuxta se altiorem habeant arborem, e cuius foliis aqua depluit, eiusque exhalatiobus ac sordibus fæta foliorum poros obstruit.

X. Ex his argumentum non leve sumitur pro circulatione succi per omnes plantæ partes; cum enim tum ex ipsa radice succus in folia assurgat; tum ipsa folia alium succum imbibant, eumque ulterius promoveant: potest & idem succus e radice illuc delatus iterum redire. Neque enim omnes foliorum venulæ frustra inter se communicare videntur; ut adeo alii tubuli succo ascendenti alii descendenti respondere debeant. Experimentis res ista omnino evincitur. Hallesius arborem binis aliis ex utroque latere positis ramorum insertione coniunxit; qua satis cum tempore firmata eandem eradicavit, ut libere velut suspensa nullum e solo nutrimentum traheret. Vegetabat nihilo minus tota hæc arbor, & vegetabant rami quoque inferiores. In quarundam plantarum caulibus horizontaliter sectis distincte conspiciuntur tubuli, quorum alii cito arescunt: ex aliis vero liquor defluit. Morsu venenato pars læsa virus in totam plantam propagat; quæ quidem, aliaque his similia succi circulum quendam per omnes plantæ partes luculenter ostendunt.

§. CCVII.

Cultura Plantarum.

I. Cultura plantarum versatur tum circa earum propagationem, quam fructificationem, & conservationem. Propagatio vel est naturalis, vel artificialis. *Naturalis* propagatio fit per semen in terra iactum, vel per

bulbi, aut rami decisi defossionem simplicem. *Artificialis* per insitionem, inoculationem &c. In naturali propagatione prima est electio soli plantæ ferendæ commodi. Amant aliæ plantæ terram humidam, aliæ siccam, aliæ pinguem, aliæ arenosam, aliæ firmam, aliæ laxiorem pro varia conditione. Accedit præparatio seminis quandoque necessaria ad accelerandam, aut iuvandam germinationem. In artificiali propagatione eligi debet stipes congrua; requiriturque ad insitionis praxin dexteritas quædam, & adcuratio in scindendis ramis, findendis stipitibus &c.

II. Quoniam totum alimentum in solutione salium, & sulfurum maxime consistit: terra universim eligenda est, cui semen committitur, quæ eiusmodi alimento abundet, & in qua idem facile solvatur, ac libere ad plantæ radiculam adplicari possit. Constat, terram quandam varias enutrire plantas, quæ singulæ singulos fructus proprio sapore, & odore proferunt: aliæ sunt terræ, in quibus fructus a nativa & propria bonitate, quam in alio solo habent, descifcunt: aliæ quibusdam plantis penitus ineptæ sunt. Primum haberi potest ex eo, quod eadem terra diversos succos habeat, quos plantæ diversæ attrahunt exclusis cæteris tum ob crassitiem, tum quia certo humore iam imbutæ alios non admittunt, fere ut charta bibula oleo inuncta aqueos liquores non transmittit. Si plantæ quemvis succum sine discrimine insugunt, dicendum, eundem in vasis diversæ structuræ pro diversitate plantarum diversimode elaborari. Nec a vero magnopere aberrabimus, si utramque caussam iungamus; id quod alterum ac tertium, de quibus fecimus mentionem, confirmare videtur.. Nam ob defectum apti alimenti planta degenerat, aut omnino exarescit. Sed structura non parum conferre potest, uti si crassius alimentum tenuiora vasa disrumpat, nimis oleosum venulas obstruat, vel arrodat: si in frigidiore solo vasa plantæ nimium constringantur, aut in calidiore nimis laxentur, vel adurantur.

III. Primum igitur est in propagatione plantarum, ut tum earum, tum terræ indoles examinetur; hinc eti-

etiam conſtare debet, quænam in ſe principia contineat quædam planta; erit terra eidem aptiſſima, quæ ſimile alimentum continet, quod, ſi minuatur, ſtercoratione, aut aliarum terrarum mixtione ſuppleri debet. Sic agris fertilitatem conciliat fimus animalium ex eodem, vel perſimili vegetabili frumentaceo putrefacto; ex quo ſalia frugibus homogenea per longiorem fermentationem ſoluta, accedente aqua & aere in vapores & halitus ſubtiliſſimos in ipſa terra abeunt. Idem præſtant cineres combuſtarum plantarum, atque etiam animantium, fuligines caminorum, atque lixivia alcalica.

IV. Alterum eſt, ut ipſa terra, ſi neceſſe ſit, recte præparetur. Si enim nimis conſtipata eſt, ac firma; nec aeri nec pluviis liberum aditum præbebit; unde alimenti ſolutio, ac neceſſaria præparatio deficit. Hæc firmitas oritur ex longiore ſitu, & corrigitur vomere, quo diligenter ſubigenda gleba eſt: aut ea provenit ex ipſa terræ natura, uti ſi valde argilloſa ſit, tenax, & calore ſolis indurata; ac tum alia terra laxiore miſcenda eſt, ut laborem facilius admittat. E contrario, ſi terra laxior deprehenditur, quam ut humorem diutius conſervare queat; quamvis tum quidem plantis hortenſibus ſerviat brevi tempore germinantibus, & hortulani curæ commiſſis: pro agrariis tamen frugibus argillæ miſcenda eſt, & aliquantum conſtipanda. Ob ipſam hanc laxitatem terra valde arenoſa vix ad fæcunditatem multa ſtercoratione perducitur: accedit calor, quem ea ingentem concipit, ut plantarum tenues radiculas facile exurat. Unde eidem mixtio argillæ magnopere conducit, ſed non ſola, niſi copioſa ſtercoratio fiat, ut ſalia ſuppetant.

V. Sunt aliæ terræ magis calidæ, calcariæ, in quibus ob maiorem oleoſæ ac ſulfureæ ſubſtantiæ copiam fermentatione nimia plantæ quaſi ſuffocantur. Aliæ vero terræ, quæ multum acidi continent, & frigidiores ſunt, ob nimium humorem putrefactionem accelerant. Quare harum mixtione ſterilitas tolli poteſt, & terra frigida calcariæ miſcenda eſt, quæ acidum frigidæ abſorbet, dum frigida alterius calorem temperat

humore, qui in subtiliores vapores inde agitur. Corrigendis eiusmodi terræ defectibus præcipue margo adhibetur, in qua tamen copia calcis est examinanda. Servit ea potissimum ad laxiorem adstringendam terram, & temperandam frigidiorem.

VI. Tertium denique est præparatio, aut potius delectus seminis, quod debitam maturitatem in primis habeat, necesse est. Si pelle tegitur duriore, prius aqua macerandum est. Universe seligendum est optimum, & pinguissimum. Præparantur a quibusdam semina variis artibus; quibus, si terra bona est, & semen ex natura præstans, tuto supersedere possumus. Ad muniendum autem semen ab insectis, calcis lixivio aut cineribus utiliter conspergitur: alii aliis lixiviis variorum salium, lotio equino, aqua pluvia mixtis semina macerant, quæ forte defectum quendam terræ supplent. Si separatis scrobiculis committuntur semina, ut debitam inter se distantiam plantæ servent, neque alimentum sibi mutuo subtrahant, fæcundiora erunt.

VII. Hæc ad alios propagationum modos naturales adcommodari non nulla ratione possunt. Sunt plantæ, quarum radices novos quotannis surculos germinant: in aliis bulbus bulbo adnascitur. Experientia in his optima magistra est, quasnam potissimum terras ament humidiores, an sicciores; quænam plantæ per bulbos, quam per semina felicius propagentur. In arboribus non semper rami in terram defixi radices agunt: ficus indica per folia, vites ramis per sulcos traductis congesta desuper terra propagantur: pali salicei excrescunt in arbores.

VIII. Insitionis artificialis tres sunt modi. *Primus per insoliationem*, ubi diducto cortice surculus inter hunc, & lignum insertus ope ligamenti stipiti adstringitur. *Secundus per insitionem proprie talem*, qua ramusculus in fissuram stipitis ita immittitur extremitate in cuneum secta, ut cortices tam stipitis, quam surculi sibi congruant in margine sectionis, & lignum surculi ligno stipitis stringatur. Munitur commissura pice, vel cera, ne aer, aut pluvia noceat. *Tertius*

per

per inoculationem fistularem, *vel scutulatam*. Fistularis fit hac ratione: rami duo, unus silvestris, alter hortensis æqualis crassitiei eliguntur; utrique annulus corticalis una duplicive gemma instructus sectione circulari eiusdem latitudinis demitur, & hortensis silvestri ramo inducitur, commissuris pice oblitis. Scutulata est, quando portio tantum corticis excisa cum gemma, refecto similiter cortici stipitis silvestris substituitur, ubi minime requiritur, ut gemma scutulæ gemmæ stipitis respondeat; cum experientia constet, ac etiam ratione pateat, non utique gemmam silvestrem transire in hortensem, aut commixtione quadam commutari; cum gemmæ hortensi unice succus ad vegetationem subministrari debeat, qui alieno in stipite iam melius elaboratus in gemmam, vel surculum transeat. Verum in his prudens electio maxime necessaria est, quam experientia docet unice; neque enim aliter constat, quænam arborum cognationes felicem eventum habeant.

IX. Conservatio plantarum cognitionem requirit morborum, quibus subiacent, ut aptis mediis arceri queant. Morbi proveniunt vel ex defectu, vel ex abundantia, cruditate, aliove vitio succi. In plantis iunioribus primo malo occurritur delectu, præparatione, & debita irrigatione terræ: alteri per phlebotomiam facta cultro fissura in cortice ab imo ad summum, ut humor egeratur superfluus, qui vasa nimium distendit. Tertio vero, delectu fimi, habita ratione terræ, eiusque conditionis. Fimus columbinus calidissimus est: huic proxime accedit ovillus frigidis terris saluberrimus. Suillum nimia acredine noxium cepæ ambiunt: vineæ præter bubulum fere omnem alium respuunt. Equinus bubulo mixtus segetes fovet.

X. Hactenus de caussis morborum *internis* diximus. Externæ ab aeris conditione nimis calida, frigida, sicca vel humida proveniunt. Calor exsiccat, & corrugat vasa: ex frigore *carbunculi* plantarum oriuntur, dum roscidi vapores subito congelati vasa foliorum constringunt: circulationem succi impediunt.

Fumo accensione fruticum humentium excitato, huic malo medentur passim. Nebulæ acriores & pluviæ copiosiores *rubiginem* generant erosis fibris; cui affinis succedit *uredo;* quando multo humore laxatæ florum & gemmarum fibræ ingruente solis æstu celeriter multum exsiccantur; ut nihil dicam de grandine violento plantarum hoste, & procellis, turbinibusque vehementioribus, queis frustra obsistitur.

X Alii plantarum hostes sunt plantæ *parasitæ*, quales sunt eæ potissimum, quæ radiculas suas ipsis aliarum plantarum caulibus, stipitibusque immittunt, iisque succum exhauriunt, simulque poros sæpe obstruunt, aut etiam vasa disrumpunt. Tales vulgo habentur viscus, hedera, iasminum virginiæ, hypocistis. Diligenti plantarum purgatione, & surculatione hic opus est. Eadem purgandi sedulitas requiritur in extirpandis insectis, de quibus deinceps agendum erit pro instituti nostri modulo.



CAPUT III.

De Regno Animali.

Perscrutanti regnum animale tanta copia, tantaque omnium varietas occurrit, ut vel eorum, quæ oculis passim obversantur, desperes catalogum posse confici methodicum, quo animalia in certas classes, & ordines distribuantur. Fuere, qui, ut exitus pateret ex hoc labyrintho, fila præbuere, & condidere systemata, fixere characteres, sed infeliciter adeo, ut cuinam ex classibus quas zoologi hi constituerant, porcellus adnumerari debeat, instar problematis, ut aiunt Trivoltienses, habeatur. Sed iniqua eorum sorte non deterritus Brissonius *magni Reaumourii discipulus novum systema classium concinnavit eo nixus principio, primam differentiam, quæ numerum classium definiret, a specie perfectissima, & primaria, id est, ab humana desumendam esse, ut e numero characterum, in quibus cæterorum animalium species cum humana convenirent numeraretur. Neque vero aptius ab alio capite filum videtur duci posse.*

§.

§. CCVIII.

Anima Brutorum.

I. Fuere, qui bruta meras machinas dicerent, nec principio quodam vitali, ſentiendi, atque ad petendi ac movendi vi prædito animari adſererent. At vereor, ut hi quidem ex animo ponunciarint ſententiam. Motus enim beſtiarum, ut iidem diverſis adiunctis, vel circumſtantiis, ut aiunt veſtiti ſunt, expendenti, ac ſimilitudinem illam, quæ inter earum organa, homniumque intercedit, conſideranti ſerio perſuaderi vix ac ne vix quidem poſſe arbitror, beſtias inanima automata eſſe. Obſervamus in illis non motus duntaxat, ſed eiusmodi motuum adfectiones, queis obiecta ſibi iucunda, aut moleſta oſtendant; ut canis ad fruſtum panis advolet *avide*, & fugiat *cum indicio timoris* a fuſte, ut aliæ beſtiæ geſtibus, ac ſonis, quos edunt, ſigna *gaudii, triſtitiæ, doloris, timoris, deſiderii, iræ, amoris &c.* edant. Aviculæ pro pullis alimenta conquirunt cum *ſollicitudine* quadam: canis dominum abſentem, aut mortuum quærit, luget: recordatur verberum, & baculum novit diſtinguere, quo læſus eſt. Nec minus *ſomnia* butrorum nota ſunt: adde varias *artes*, quas perdiſcunt, *ſagacitatem* in conſtruendis nidis, quærendis, aptandisque foveis ac ſpelæis, *induſtriam* in comportanda annona; aliaque ſexcenta, quæ a materia, & mechaniſmo longiſſime diſtant.

De natura ac conditione animarum in beſtiis non multum, credo, diſceptat ſapiens philoſophus, cui non modo res tot, ac tantæ in univerſitate rerum ſpectandæ obiiciuntur, ſed ſui ipſius cognoſcendi ſtudium cordi eſſe debet. Actiones quædam brutorum, quæ vim ratiocinandi adumbrare videntur, per exſpectationem caſuum ſimilium a phantaſia & memoria recentiores philoſophi repetunt. Conſ. dicta in Phychologia §. *XL. n. IV.*

§. CCIX.

Classes Brutorum.

I. Ut Classes brutorum determinet Brissonius, quinque notas distinguit in homine, secundum corpus animale duntaxat spectato. 1. Corpus humanum considerat ceu machinam venis & arteriis rubeo liquore, quem sanguinem dicimus, plenis interstinctam. 2. Cavitas trunci superior pulmones ad respirationem continet. 3. Homo est animal viviparum, quod fætus suos lacte nutrit. 4. In aliquibus partibus corporis pilosus est. 5. Artus habet quatuor, scilicet manus binas, binosque pedes.

II. Primam igitur brutorum classem constituit illorum, quæ has quinque notas cum homine communes habent, uti sunt quadrupedia. Secunda classis ea complectitur, quæ quatuor tantum notas habent, uti cetacea, quæ artus non habent: in reliquis cum homine conveniunt. Tertia classis in duabus notis deficit, uti aves in nota deficiunt tertia & quarta. Classis quarta eorum est, quæ binas duntaxat notas exhibent, ut reptilia primam, & secundam. Quinta demum classis una duntaxat nota hominem attingit, uti pisces cartilaginei, qui sanguinem in venis & arteriis habent, nihil præterea. Post has veniunt classes aliæ quatuor, quæ omnibus hisce notis carent, scilicet piscium proprie sic dictorum exsanguium, crustaceorum, insectorum, & vermium. Classes hæ rursus in sectiones, sectiones in ordines &c. distribuuntur, quæ quidem, siquis ampliorem in hac re eruditionem comparare avet, in ipso Auctoris opere: *Regnum animale*, inquirenda sunt.

§. CCX.

Generatio, Et Fæcunaitas Brutorum.

I. Veteres animalia generatim in perfecta & imperfecta dividebant; in his quædam dixerunt *sponte nascentia*; quorum scilicet cunas

uas non conspiciebant propius, eas ex putri, aliave corrupti corporis materia enasci putabant, quo mire firmabatur tritum illud: *corruptio unius est generatio alterius.* Verum oculi lentibus armati dudum aliud nos docuerunt. Nullum est tam exiguum, aut vile animalculum, quod genus suum propagare naturali solertia non studeat; ita ut fœtus suos iisdem maxime in locis deponant in quibus alimentum mox præsto est; quo facta partium corpusculi evolutione nutriatur. Hinc muscæ ovula sua in carnibus, plantis, fructibus; culices in aqua & limo, aliæ bestiolæ in vivis aliorum animalium corporibus deponunt; unde fit ut passim metamorphosi quadam, cum e nympha exspectatur proditurus papilio, subito muscarum examen integrum evolet. Nec inverisimile est quasdam alias (uti præcipue de ephemeris, quæ culicum ex aquis prodeuntium, & unica die circumvolitantium species est, quidam suspicantur) libero in aere inter volandum & nuptias celebrare, & partus suos promere. Siquis ergo veterum fabulis de muribus semiligneis ex putrefactis carinis, & anatibus scoticis paris originis, aut conchis anatiferis hodie intendere velit, merito risum feret.

II. Fæcunditas varia est; minor inter quadrupedes, quam in aliis, & adhuc minor, quo maioris fere molis sunt, cernitur. Inter aquatica balenæ ad 100 & ultra pedum longitudinem excrescentes duos habent fœtus, quos lactant. At pisces alii ova ponunt innumera, carpiones plusquam 20 millia, lucii fere millionem. Insectorum pariter admiranda est fæcunditas: papilliones plura centena, una tinea plus decies mille ovula enititur.

III. Ex generationis modo animalium divisio olim sumebatur in *vivipara*, & *ovipara;* quæ quidem retinetur hodie eo sensu, quod aliqua animalia, uti quadrupedia fœtum vivum iam ovo suo exclusum emittant: alia vero ipsa ova deponant. Communior autem opinio est, omnia ex ovis nasci, homine excepto. Patebat quidem pars illa in dissecto corpore fæmelli animalis, quam nunc *ovarium* dicunt, omnium oculis;

 sed

sed eius usum ignorabant. Experimenta in suibus capta ostenderunt, eas parte illa exsecta fieri steriles. Reperiuntur in ea vesiculae, quae cum ovis avium praeter figuram similem etiam in eo conveniunt, quod in aqua fervente limpidus, quem continent, humor in albumen coagulatur. Faetus ipse ad placentam uterinam funiculo quodam alligatur; innatat liquori *amnii*, quae tenuis membrana est, quaeque ab alia, *chorion* dicta, instar corticis ambitur; ut in viviparis vix aliud discrimen adpareat, quam quod faetus iam in utero excludatur ovo suo.

IV. Faetus viviparorum primo augetur ipso liquore, cui innatat, primumque est cordis rudimentum, quod conspicitur; dein cum iecore cerebrum evolvitur. Postea albugineus quidam succus e materno sanguine in placentam (est ea massa mollis, rubra, quae venas & arterias umbilicales in subtilissimos ramulos diffusas veluti plantae cuiusdam radiculas intra se fovet) excretus per venam umbilicalem ad ipsum cor advehitur, indeque per caeteras sensim partes dispensatur. Hoc tamen succo unice nutriri faetum, ac crescere minime dixerim. Norunt enim anatomici alias vias plures, queis nutrimentum subministrari potest; donec partibus sat firmis, auctisque faetus tandem & gravitate, & proprio motu ac calcitratione fibras placentae laxet, rumpat secundinas seu ovum suum, ac tandem in lucem prodeat, Tempus partus varium est; cuniculi menses duos, quatuor feles, caprae quinque, cervae octo, homines novem; duodecim cameli habent: elephantes biennium.

V. Ovum alitis crusta duriore editum, dum calore materno *punctum saliens*, quod ipsum est novi faetus rudimentum in vitello seu liquore illo luteo fovetur, circulos quosdam format. Exclusionis tempus iterum varium est. in ovo gallinaceo tertio iam die totum pulli corpusculum delineatum aliquando conspici potest. Sexto autem die imminuto vitello & albumine in angulum ovi detruso distingui possunt intestina, hepar flavum, & initia rostri. Duodecimo plumarum vestigia iam se produnt: sub ventriculo ele-

va-

vato quidpiam lienis conſpicitur: inteſtina tamen abdomine nondum clauduntur. Interea pullus nutritur albumine, aut id in colliquamentum deſinit, donec die decimo nono & vigeſimo vitellus magna ex parte in abdomine abſcondatur: tum plumæ ſe magis expandunt: pippit pullus, & roſtro corticem impetit: ac frangit.

VI Obſervationes iſtæ fieri poſſunt ope artificialis excluſionis pullorum, quam Ægyptii nos docuerunt, & cel. Reaumourius maxima ſedulitate excoluit, & propagavit. Famoſi ſunt Ægyptiorum furni, in quibus multa millia ovorum omnis generis avium veluti excoquuntur. Sufficere ad id poteſt furnus quivis piſtorius, ſi ſingulis ſeptimanis ter ſaltem ſuccenditur. Prope hunc ciſtula, cui ova committuntur, vel arca, aut ſimile quoddam conditorium ſuis operculis & ſpiraculis inſtructum locatur, quibus vel clauſis vel apertis id unum maxime curari debet, ut calor e furno prodiens in ciſtula calorem naturalem animalium adæquet, nec unquam nimium excedat, aut ab eo diutius deficiat; id quod ope thermometri haud ægre obtinetur. Reaumourius porro oſtendit, idem per calorem fimi obtineri poſſe: neque huius rei exempla iam rara ſunt.

VII. Ovum fæcundari debet; & quamvis velut ſemen ſpecificum & prima fætus lineamenta in ſe contineat, opus tamen habet alio adiumento, cuius acceſſione inchoata illa ſtamina organorum veluti excitentur, explicentur ac evolvantur. Myſteria hæc ſunt naturæ perſpicaciſſimis anatomicorum ingeniis, ne dicam, oculis impervia, cum vel ſola fætus nutritio ægre divinari poſſit. Omnem etiam captum ſuperant monſtra, aut fætus maculoſi, qui phantaſiæ, matris vulgo tribuuntur. Inventa ſunt in animalium ſemine animalcula, inde *ſpermatica* dicta, ſicuti & in lacte piſcium recens exenteratorum adhuc calente ingens copia punctulorum ſeſe moventium optimis microſcopiis conſpicitur, Unde in eam nonnulli opinionem prolapſi ſunt, ut fæcundationem ovorum per ipſa hæc animalcula ceu per ſemen ſpecificium fieri crederent. Verum ea ani-

animalcula tam ingente numero sunt, ut non minus rationi repugnet, *plura* ad unum formandum concurrere, quam *unum* cæteris exclusis & deperditis, aut aliorsum delatis. Nec sane via deest, qua hæc animalcula in humoribus animalium nascantur, si spectetur alimentorum diversitas, & ovulorum, ex quibus ea prodeunt, exilitas quæ ab insectis & ipsis minimis, ubivis deponuntur. Si enim aquam ipsam, quam purissimam credimus, examinamus, libero aeri expositam non raro animalculis scatentem per microscopia deprehendimus.

§. CCXI.

Animalia Terrestria.

I. Animalia terrestria sunt vel quadrupedia, inter quæ etiam amphibia quædam numerari possunt, vel reptilia, pauca ex iis, quæ singularia sunt, enumeremus. Habent bruta unum, alterumve sensum præ cæteris acutissimum, quo a natura instruuntur vel ad obsequium homini præstandum, vel ad victum sibi conquirendum, vel ad incolumitatem servandam. Lynx *visu* nos superare dicitur. In canibus mirus est sensus *odoratus*, præsertim venaticis. Notant anatomici, nares illorum esse valde apertas, & longe plurimis papillarum nervacearum squammulis ubique oblitas. Feles pupillam oblongam habent, & de die valde contractam, quæ noctu se explicat, ut superstites lucis radios maiore copia admittat, qua obiecta in tenebris discernit bestia. Idem & nos experimur, dum e diurna luce obscurum cubiculum ingressi nihil primo videmus, pupilla in angustiorem orbem contracta: post moram sistunt se obiecta, ampliante sese pupilla, quæ radios per rimas valvarum hac illac penetrantes copiosius excipit. Non minus ab apro ac lepore *auditu* vincimur. In his meatus aurium tubo velut acustico præmunitus est: quo mediante sonus quamvis tenuis, vel a longis spatiis dimanans colligitur. *Gustu* Simiæ cedimus, imo plerisque fortassis aliis animantibus. Hinc ad inhospitas delatis terras, ne venena pro nutrimento sumant, lex illa servanda est, ut fructus nullos nisi quos feræ

ibi

ibi ſtabulantes, aut volucres ambiunt, deguſtare audeant.

II. Conſideratione maxime digna eſt brutorum quorundam ſtructura interior. *Ruminantia* vocantur, quæ repetitis vicibus cibum ſemel deglutitum e ventriculo verſus os regerunt, maſticant, rurſus deglutiunt. Habent hæc gulam, & ventriculum valde muſculoſum, eumque duplicem. Alimentum, quo veſcuntur, ſatis crudum eſt, ceu fænum aridum. Fibræ ventriculi hoc cibo non ſatis primum comminuto irritantur, ſeſe conſtringunt, ac crambem male decoctam rurſus verſus os extrudunt. Simplici ventriculo contenta ſunt, quæ mollioribus alimentis, vel maſticatione antea magis ſubactis fruuntur. Singularis quoque interior cameli ſtructura eſt. Ventriculos habet omnino quatuor; in his unus eorum in apice quadratis foraminibus in viginti vel triginta ſacculos hiat, quos cuticulæ formant totam ventriculi ſubſtantiam componentes. Serviunt hi ſacculi pro aquarum conditoriis, quas camelus copioſe bibit, ut in deſertis aridisque locis potus defectum longiore tempore perferre poſſit.

III. Nec inceſſus animalium penitus prætermittendus eſt. Pictores a BORELLO erroris arguuntur, quando equum incedentem pingunt elevatis alternis pedibus e. g. dextro anteriore, & poſteriore ſiniſtro. Aut anteriore ſiniſtro & poſteriore dextro. Nec enim hi pedes ſimul, nec immediate ſucceſſive attolluntur. Inceſſus quadrupedum (aliter de effuſo curſu loquendum) talis eſt, ut centrum gravitatis ſemper intra baſin cadat; quapropter ne aut centrum gravitatis verſus partem, qua pes elevandus eſt, declinans pedem eundem figat, aut corpus animalis deductione vel contractione alterius lateris incommodum ſentiat, elevatio pedum fit ſucceſſive, ut e. g. dexter poſterior, mox dexter anterior, tum ſiniſter poſterior, denique anterior ſiniſter, & ſic per vices deinceps eleventur.

IV. *Reptilia* a modo incedendi nomen habent. Corpus enim oblongum flexuoſis contortionibus, & ſpiris volvunt, vel partium aliarum contractione, ac dilatatione alias poſt ſe trahunt. Corpus lumbrici terre-

restris ex meris musculis annularibus, aut potius unico musculo annulari constat, cuius reciproca contractione motu fere spirali subtus terram instar terebræ penetrat. Habent autem lumbrici quadruplicem pedunculorum seriem, quos velut totidem uncos plano insigunt.

V. Serpentes partim cum animalibus aquaticis conveniunt. Viscera enim piscibus communia habent, nisi quod pulmonibus ad respirationem instructi sint. Ideo a Brissonio quartæ classi accensentur, ad quam lumbrici neutiquam spectant, quibus loco pulmonum tot spiracula, quot annuli sunt. Venenum serpentum e dentibus effundi, recentiores Physici adserunt. Sunt enim hi usque ad cuspidem cavi, ubi modica fissura est, per quam virus e vesiculis supra dentium radices intra gingivam expressum effunditur. Cutem deponunt post ieiunium per hiemen toleratum, ubi lamella exterior succo destituta corrugatur, ac sponte tandem a cute secedit.

§. CCXII.

Volatilia.

I. Avium structura ad volatum expedita est. Ossa instar fistularum cava, firma tamen satis: pedes similiter tenuiores: thorax valde amplus pro mole corporis, in quo pulmones, ne in volatu penduli officiant, dorso firmiter annexi sunt: diaphragma non habent, nec renes aut vesicam, quia parcioris potus sunt: illud suppletur a sterno duabus veluti costulis alato, quibus mediantibus thoracis cavitas in respiratione satis expandi, & comprimi potest. Alæ plicatiles pluribus constant articulis; dumque iis extensis volant, centrum gravitatis in linea extremitates alarum connectente reperitur. Pennæ certo, pulcherrimoque ordine dispositæ ex aliis minoribus plumis, & harum ramuli iterum ex minoribus efformati sunt. Has, ne madore tingantur, utque firmitatem debitam conservent, oleo quodam ex vesicula partis postremæ petito, dum eas per rostrum ex ordine tradu-

ducunt, illinunt. Pedes denique plicatiles etiam habent, & corpus totum levioribus & laxioribus plumulis veſtitum, ut expanſis alis, præcipue ſi appendix caudæ accedit, volumen pro pondere plerumque exiguo ſatis magnum nanciſcantur.

II. Volatus inchoatur flexis primum cruribus, & ſaltu in altum, ſimulque alæ mox expanſæ aerem verberant. Hinc amputatis cruribus conatus volandi fiunt irriti. Plures opinabantur quondam, caudam avium temonis officium tenere. Sed recte Borellus monet, non eum eſſe ſitum caudæ, ut aerem ad latera verberare queat, ſed cum planum horizontale formet, eam potius pro vecte ſervire: quo mediante in altum ſe attollant, aut verſum terram demittant, cauda ad aerem incumbentem vel ſubiectum ceu fulcrum adplicata. Id quoque notantum eſt, aves, quæ caudam non habent, pedes retrorſum ultra totum corpus porrectos tenere, ceu anates, ut cum collo præſertim longiore æquilibrium teneant. Non eadem in omnibus eſt volatus ratio. Quædam comploſis per intervalla alis quaſi ſaltus quosdam efficiunt, uti fringillæ: aliæ continuatis celerrime vibrationibus alarum per aerem remigant, ut palumbes: aliæ cum ciconiis aeri quaſi innatant; quæ quidem a firmitate & magnitudine alarum, ac mole corporis dependent.

III. Quod reliquam corporis ſtructuram concernit, roſtrum corneum pro labiis ſervit, pro dentibus vero ingluvies, in quam alimentum reconditum prius ſucco quodam ad digeſtionem præparatur, tum in ventriculum valde muſculoſum, & tunica plurimis rugis aſperata intus veſtitum, eumque duplicem, aliquando etiam triplicen delatum rurſus trituratur; quod ut exactius fiat, conſtat, lapillos, aliaque fragmenta corporum duriorum ab avibus deglutiri. Chylus porro non a ſingularibus vaſis lacteis, quibus carent, ſed immediate a venis meſaraicis exceptus, ſanguini demum mixtus ad cor defertur.

IV. Diviſiones avium variæ ſunt. Aliæ terreſtres, aliæ aquaticæ, quæ ſcilicet maximam partem aquis innatant, & in pedibus maximum diſcrimen habent,

bent, quin etiam in roſtro. Pedes in digitos diſtincti, & unguibus aduncis præmuniti in aquaticis plerumque breviores ſunt, ſimulque ipſi digiti membrana iuncti ad natandum aptantur. Roſtrum quoque piſcationi conveniens denticulis armatum paſſim cernitur; eſtque non minus in terreſtribus varium, prout diverſus victus eſt, quem ſpecies avium ſingulæ ambiunt. Unde dividuntur in prædatrices, ſeu *carnivoras*, quibus ungues uncinati, fortes, & acuti, roſtra plerumque adunca ſunt: in *baccivoras*, quarum roſtra craſſiora & firma: *gramivoras* roſtro breviore, & ampliore: *vermivoras* longiore & tenuiore &c.

V. Aliæ aves præterea *ſtationariæ* ſunt, aliæ *tranſmigrantes*, uti coturnices, quæ ex Africa in Europam ineunte vere a nautis per mare nubis inſtar commigrare ceruntur. Sic etiam grues, & anates, quæ certum in volatu quoque ordinem ſervant, & figuram literæ I, vel V præſeverunt, adpropinquante bruma mitiore loca inquirunt. Dicunt ad mare Erithræum grues inter & ſimias frequentes conflictus oriri ob ſimiarum fætus, quibus grues inſidiantur, Quod fortaſſis anſam dedit fabulæ de bello grues inter, & pygmæam gentem exorto. Verum his vix accenſendæ ſunt hirundines, quæ partim in ſilvis ex arborum cavitatibus, partim prope aquas e ſaxorum cumulis, operum ligneorum fiſſuris &c. magna copia in maſſam quandam conglomeratæ extrahuntur. Inventæ etiam ſunt inter piſcinæ cannas ſub ipſa glacie, & ad ſenſum prorſus inanimes, niſi quod pulſus aliquis in iis adverteretur.

Supereſſent plurima notatu digniſſima de avibus; ſed quæ his anguſtiis non capiuntur. Hoc ordine eximendus eſt veſpertilio, qui pro mure alato haberi debet. & ad claſſem quadrupedum ſpectat, cum fætus & vivos edat, & mammis quoque lactet, & alas ſi demſeris, addasque caudam teretem, a mure vix differat.

§.

§. CCXIII.

AQUATILIA.

I. Aquatilia mediis in aquis vivunt. Diſtinguuntur in exanguia, & ſanguine prædita. Iſta comprehendunt cetaceos, cartilagineos, & quos vulgo piſces fluviatiles, lacuſtres &c. nominamus. Cetacei pulmonibus, renibus, veſica inſtructi ſub aquis diutius vivere nequeunt. Imo in ſummitate aquarum ſæpius fluitant, & exerto capite aerem attrahunt, quem una cum ingente aquarum vi per fiſtulas capiti inſertas evibrant. Loco ſquammarum corio teguntur robuſtiſſimo. Magnitudo quorundam vix non fidem ſuperat. Balenarum e numero in mari boreali ducentorum etiam pedum longitudine capiuntur. Tritonum, & Sirenum hiſtoriæ noſtro hoc ſeculo revixerunt iterum. Recentiſſimum ſpectaculum, quod vir marinus prope Breſtam dedit, ex legitimis teſtimoniis referunt Trivultienſes ad annum 1725 Oct. Art. 95.

II. Reliqua aquatilia, etſi & ipſa ſanguinem in venis habeant, carent pulmonibus, quorum loco per branchias ſuas reſpirant, per quas venæ & arteriæ diſtribuuntur. Certe ſub campana extracto aere moriuntur nonnulli; nec aures iis deeſſe internas (externas etiam cetacea habent) probant exempla piſcium ad ſonum tintinnabuli ad paſtum adnatantium. Odore quoque videntur pollere, cum eſcas vario odore illitas non pari aviditate inſectentur. Oculos fere avibus ſimiles habent, demtis palpebris. Humor chryſtallinus globoſus eſt, ut & quarundam avium, quæ ſub aquis eſcas piſcantur. Veſtis ſqammata eſt, aut cutis lævis, aut cartilaginea oleagino humore perlita, quo aquarum frigus fortaſſis arcent.

III. Quod avibus alæ, hoc piſcibus pinnæ ſunt; quarum aliæ plerumque prope caput, aliæ in acie ventris ad æquilibrium tuendum poſitæ ſunt. His reſectis non niſi corpore inclinato aut ſupino natant. Cauda piſcibus rectius, quam avibus pro gubernaculo, vel

vel remo fervit; hac enim refecta motus omnis horizontalis ad latera ceffat. Habent præterea veficam aere turgidam, quam, dum fundum petunt, conftrictis mufculis comprimunt, aeremque quafi extrudunt, ut pondus corporis pro mole maius evadat; unde perforata hac vefica e fundo fe attollere nequeunt. Tum enim fe attollunt, cum laxatis mufculis veficam expandunt.

IV. Fæcunditate a pifcibus fuperantur quævis animalia. Lewenhœckius in afello marino numeravit ovula 9340000. Non tamen conftat, pifcium fpecies inter fe unquam commifceri, ut id tam in quadrupedibus, quam volatilibus contingit. Marini fua ovula libentius in dulci & fluviatili aqua dicuntur deponere, maiores vero in fcopulis. Pifces minores in fluviis & lacubus ova fua effundunt ad radices plantarum aquaticarum, aut prope litora inter arundines; quod dum fit, mas fæminam infequens femen lacteum fuper ova fæcundanda emittit.

V. Aquatilia *exfanguia* dividuntur in mollia, teftacea, & cruftacea. Inter *mollia* obfervandus eft *Polipus*, cuius cirrhi refecti rurfus crefcunt. Crura, five brachia caliculis, quos *acetabula* vocant, inftructa funt, quibus prædæ admotis quafi cucurbitis hauftu fuo adhærent, ut divelli nequeant. Atramentum, quod polypus prehenfus diffundit, fubrufum eft. *Sepia* liquorem nigrum habet, quo fe pifcatoribus fubducit. Eius longitudo binos quandoque cubitos æquat; qua quidem, uti & duplici probofcide a polypo diftinguitur. Adhuc longior, atque etiam tenuior eft *loligo*.

VI. *Cruftacea* Plinio communi cancrorum nomine veniunt, & dividuntur in *locuftas*, *Gammaros*, *fquillas* & *cancros*, alias etiam in *cruftacea caudata*, quæ natant; & non caudata, five rotanda, quæ in fundo natant, & a fluctibus abripi fe finunt. In cancris notabilis eft cruftæ veteris depofitio, quæ apud nos fit menfibus Junio & Julio, quo tempore cancer folitarius, ieiunus & abditus latet, ne inermis aliis in prædam cedat. Cum nova crufta, quæ fub veteri for-

formatur, etiam ventriculum innovant, ita, ut novus veterem intra se conclusum absumat; in quo a Reaumourio aliquando sex dentes inventi. Eodem tempore quoque lapides, vulgo *oculi cancrorum* dicti prodeunt in vetere ventriculo elaborati, qui sensim imminuti, aut forsan emolliti in vesiculas liquore plenas abeunt. Magis etiam mirum videtur, chelas resectas succrescere cum totidem præcise articulis, quot rescindebantur, haud secus, ac dentes succrescunt. De his consulenda Act. Acad. Paris. ad ann. 1709.

VII. *Testacea*, seu conchylia pene innumerabilia sunt: unus P. *Bonani* 540 diversas species enumerat. Generatim dividuntur in *univalvia*, & *bivalvia*. Univalvia sunt vel turbinata, vel striata, aut conglobata quidem, sed non contorta. Ex ultimis memorandus est *nautilus*, qui in concha sua veluti cymba, expansa quadam ante se pellicula velificat, viso hoste mox aquam haurit, & in profundum se mergit. Huc etiam pertinet *Lepas* concha conica, & basi fere elliptica, quæ lapidibus adhæret vi 30 tt. vix separanda. Urticam, vel stellam marinam inter zoophyta, ceu medium quid inter animal & plantam numerare volebant. Sed eius motum progressivum detexit solertissimus Reaumourius. *Turbinata* sunt cochleæ marinæ, ceu turbo, qui in longiorem & acutiorem verticem desinit: *buccinum* ex figura sic dictum animal, & *murex*, buccinum aculeatum, purpureo liquore, quem continet, nobilis. Hæc quidem animalia cochlearum motum serpentinum habent, ac gradum mediante quodam glutine e corpore emisso figunt.

VIII. *Bivalvia* seu conchæ duplices fere a figura & colore nomen habent. Testæ concharum secundum Reaumourium crescunt per iuxtapositionem; crescente nimirum animali crescit & concha, quatenus exsudans humor illius marginibus adhæret, membranam constituit, duplicatur, triplicatur, donec perfecte induresçat. Colores striarum a variis proveniunt corporis partibus, e quibus succus ad formandam concham varius exsudatur. Testæ cuiuslibet conchæ intus membrana seu cuticula contectæ tam apte, firmiterque

 clau-

claudi possunt, ut omnem aquæ aditum intercludant; in parte posteriore, qua crassiores sunt, vinculo quodam elastico nectuntur. Inde laxatis binis musculis vinculo adnexis eius elaterio testa aperitur ad respirationem & sumendum cibum: attractis musculis clauditur.

IX. Conchæ margaritiferæ plures sunt; sed non eiusdem pretii lapillos ferunt. Verosimilior opinio est, uniones seu margaritas ex eadem, qua concharum testæ, materia fieri; quippe non tantum eiusdem coloris sed etiam substantiæ videntur esse cum parte testæ, cui adhærent. Sicut testa ex humore quasi lapidifico animalis concrescit; ita & uniones ex hoc ipso humore copiosius parte quadam animalis profluente & velut congelato oriuntur.

§. CCXIV.

Insecta.

I. Raius 20000 species insectorum numeravit; ad finem tamen non pervenit. Intelliguntur hoc nomine minora animalcula tam volatilia, quam repentia, aquatica, & terrestria; quamvis iis tantum conveniat proprie, quorum partes veluti intersectæ, hoc est, exiguis ligamentis, aut annulis connectuntur. Divisiones in certas species, ordinesque, uti ob multitudinem perdifficiles sunt; ita apud Physicos perquam variæ extant. Generales quasdam classes hic attingam ex Reaumourio.

II. Prima sit *Erucarum* & Papillionum. Corpus erucæ duodecim annulis constat, & capite corneo. Sex pedes anteriores cornei sunt pariter: duo ultimi, & intermedii, siquos habent, sunt membranacei: habent autem erucæ proprie tales nunquam pauciores octonis, nec plures, quam sedecim: alias ad vermes ablegantur. Teguntur annuli membrana aut rasa, aut pilosa: habent aliquæ cristas: aliæ cornua &c. pastum ex foliis arborum & fruticum sumunt. In inferiore parte cornei tegminis cernuntur puncta quædam

dam nigra, quæ pro oculis habentur. Labrum superius constituunt duo dentes serrati, inferius tres papillæ, e quarum media ducunt fila sua, quibus se vel obvolvunt, vel ex arboribus demittunt. Singuli utrinque sua spiracula habent, per quæ aerem hauriunt; atque his oleo oblitis quasi suffocantur, & pereunt.

III. Inter erucas nobilissima est *bombix.* Hæc bene pasta quater pellem deponit (similia de aliis cogita) rursus avide folia carpit; tum satura, & per tempus aliquod ieiuna tandem circa se telam virgultis adnexam, eamque rudiorem orditur; denique folliculum contexit, caput primo sursum, tum deorsum, mox transversim ad latera per arcus circulares agitando. Eundem resinoso liquore intus constipat, atque præmunit. Prodit filum bombycis duplicatum e duplici foramine, & ad 980 pedes aliquando extenditur: tria tamen grana unius scrupuli, qui 24 continet, vix adæquat. In hoc statu languet, & pabulum digeritur: formatur sub pelle crusta, in qua dum se agitat, & quodammodo inflat, pellis rumpitur, & a corpore rursus abstrahitur, proditque *aurelia,* sive *chrysalida.*

IV. Aliis modis & formis transformationem suam auspicantur aliæ erucæ. Quædam foliis arborum se involvunt, eaque filis suis contorquent. Aliæ unico filo ad ramum, vel obvium baculum se alligant una cum extremis pedibus: aliæ in terram se iterum defodiunt, ibique ex arborum ac lignorum fragmentis, ex arenulis ac terra oblongum loculum intus instar folliculi glutine quodam perlitum efformant, & similiter deposita demum pelle in chrysalidas migrant; quod nomen a colore aureo, quem plures præferunt, quemque Reaumourius e colore subfusco crustæ, & subiecto albescente erucæ corpore provenire putat, obtinuerunt. Hoc in statu non æquali omnes tempore manent. Id e sumto pastu, eius copia, & qualitate, ex conditione aeris multum pendet. Post unam, pluresve hebdomades, quin & menses perficitur tandem intra crustam volucris, quam *papilionem* dicimus: durant quædam chrysalides per hiemem integram.

V. *Papilio* sex pedibus, & quatuor alis farinaceo pul-

pulvere, uti adparet, conſperſis inſtruitur. Is tamen pulvis nil aliud eſt, quam multitudo plumularum diverſiſſimorum colorum, ac figuræ variæ iam dentatæ, iam ſtriatæ, iam uncinatæ, iam arcuatæ, quarum ſingulæ ſtilis ſuis membranæ alæ infixæ ſunt. Habet hic ſane oculus, quo ſe ope microſcopii oblectet. Varias formas habent fila proboſcidi præfixa, *antennæ* dicta; ſunt enim vel globoſa vel clavata, vel priſmatica, vel conica, vel etiam plumaria. Proboſcis in ſpiras contorta ex binis membranis canalem format, quo ſuccum haurit. Oculi quaſi vitra polyædra ſunt. Fæcunditas plane ſtupenda eſt.

VI. *Vermes* numero pedum diſtinguuntur ab erucis, aut etiam qualitate, ſi numero non differunt. Habent enim pedes corneos plures, vel pauciores. Caput etiam rotundius eſt, & non niſi uno oculo utrinque præditum. Nam in erucis quinque aut ſex in arcum diſponuntur. Dantur terreſtres, & aquatici: priores terram, ligna, plantas, imo & ſaxa incolunt. Transformationis negotium fere, ut in erucis perficitur, niſi quod ſub folliculis *nymphæ* lateant, quæ ab aureliis ſeu chryſalidibus in eo diſtinguuntur, quod corporis lineamenta, & prima ſtamina, quæ in aureliis cruſta conteguntur, palam, & ſine tegmine exhibeant.

VII. E vermibus *ſcarabæi* & *muſcæ* prodeunt: iſtarum alæ nullo, ut in papilionibus, pulvere obducuntur: illorum vero cruſtaceo conduntur tegumento; mirandaque prorſus eſt alarum ſub cruſtis complicatio, & configuratio radiorum, ac muſculorum per membranam tenuem diſtributio. Alæ muſcarum paſſim pilis fimbriatæ ſunt: aliæ binas, aliæ quatuor habent. Numerant aliqui muſcarum 70 ſpecies, at certe nimis parce. Oculi, ut in papilionibus, reticulati ſunt. Præterea muſcæ aliquæ vulgares, earumque hoſtes veſpæ &c. in ſupremo capite duos treſve inſuper oculos habent, quæ per microſcopium inſtar pellucidarum ac minimarum lenticularum videntur. Mira in ſingulis generibus varietas proboſcidis, antennarum, pedum, indolis, ac ſtudiorum. Muſcæ aliæ ſunt oviparæ, aliæ viviparæ: aliæ

fæ-

fœcundiſſimæ 20000 ovorum, aliæ ſteriles non niſi duo enituntur maiora. Alæ aculeum exerunt, quo plantam perforant, ſimulque ovum cum liquore ibidem deponunt, ſicque poma gallarum naſcuntur. Aliæ *Ichneumones* dictæ erucarum corporibus ovula ſua inſerunt: ex quibus vermiculi enaſcuntur, qui vel antequam erucæ in aurelias transformentur, earum viſcera abſumunt vel ſi diutius in ovis latuerint, tandem ex erucarum aureliis in muſcas verſi rupta teſta evolant. Similiter aliæ intra pelles maiorum animalium ovulis ſuis nidos præparant. Aliæ, ut culices, ovula ſua in aquis emittunt. Habent hi proboſcidem, quæ inſtar vaginæ tres gladiolos continet.

VIII. Decantata eſt *apum* reſpublica. Earum genus triplex. *Operarii* vocantur, qui mel colligunt, ac e cera cellulas hexagonas conſtruunt: fuci, iners genus, maiore copia mares ſunt: reginæ ſive fæmellæ longiore adhuc corpore diſtinctam & figura, & magnitudine cellam occupant, & a fucis fæcundantur: quo facto alveari excedendum fucis eſt, aut aculeis operariorum moriendum. Nec niſi unam, ad ſummum duas regnum reginas capit, quæ ovula in cellas diſtribuit, quas dein operarii tenui operculo contegunt. Farinam florum, ait Reaumourius, prius in poſteriorum pedum cavitates collectam, domum reduces comedunt, & digeſtam inſtar claræ & ſpumeæ pultis revomunt, & operi cereo adaptant. Mel e florum glandulis ſua proboſcide lambunt potius, quam ſugunt, & partim pro ſuo nutrimento reſervant, partim in cereis alveolis deponunt. Incolumi regina concors labor, & induſtria viget: ſine hac vero languor, otium, voracitas & diſcordiæ ſubeunt. Diſcedentem ipſæ apes ſequuntur. Taceo innumera alia.

IX. Non minor eſt *formicarum* ſagacitas in comportando frumento; quod non tam pro ſe, cum per hiemem fere emortuæ iaceant, quam pro ſuis fœtibus adcumulant. Sunt formicarum ovula inſtar grani milii. Vermiculi ex iis excluſi folliculos formant, quos vulgo formicarum ovula dicimus, ubi tranſeunt in nymphas. Has plurimum formicæ curant, easque modo profunde defodiunt, modo transferunt huc illuc, aut oli exponunt.

 X.

X. Ex insectis non alatis *aranearum* variæ species admirationem cient. Duabus hæ tantum partibus constant, capite crustaceo, & molli ventre, exiguo canaliculo iunctis. Oculi sex, vel octo superius, & ad latera ordine vario disponuntur. Brachia duo uncinata, quibus prædam arripiunt, prodeunt e fronte, quorum basi dentium series duplex adiacet: pedes octo pectori adfixi, & uno duplicive unco armati sunt: extremitas ventris tres papillas continet: e quibus sua fila ducunt. Ex oculorum tam numero, quam situ sex aranearum classes constituuntur. *Domesticæ* habent octonos figura fere ovali in fronte dispositos: telam continuam, & receptaculum in augulis murorum construunt. *Geometræ* ex figura retis inter arbores ferme expansi vocantur. Ex oculis octonis quatuor superius quadratum formant: bini inferius ex utroque latere, & minores sunt. *Cellariæ* in cryptis, rimis, & foraminibus murorum latent: oculos tantum senos habent, binos in fronte, duos utrinque in latere: fila per parietes foraminum ducunt, & extimam muri superficiem. *Cursores* cum octonis oculis binis seriebus parallelis fila non ducunt: brachia plumata sunt. *Campestres* duos in fronte oculos habent, utroque vero in latere tuberculum, cui oculi tres in triangulum dispositi sunt infixi: pedes pilosi & longi: telas suas in solo expandunt. *Tarantulæ* veneno infames sola fere magnitudine differunt a domesticis: in fronte lineam formant oculi quatuor, post hos alii quatuor quadradratum. Venenum icto homini melancholiam, & maniam creat: curatur musica, quæ ad saltum provocat pedes ad sudorem usque.

XI. Hæc insectorum genera paucissima sunt, si comparentur cum iis, quæ oculo etiam armato vix conspiciuntur. Quodvis ex his insectis hactenus recensitis, aliisque plurimis sua iterum animalcula habet, infestatur haud secus, ac homo pediculis & pulicibus. Cochleæ in collo, muscæ in oculis præsertim pilosis, alarum radicibus, scarabæi in testis suis talia circumferunt, in quibus, quo exiliora sunt, eo maiora naturæ miracula in partium omnium scita configuratione sese nobis exhibent.

XII.

XII. Aquatica insecta videntur fere numerum terrestrium excedere. Aquæ stagnantes continent innumerabilia, imo & quæ puræ vocantur aquæ. In unica guttula extremo calami apice in vitrum demissa plures centenarios sæpe detegit microscopium solare mira varietate, variisque motibus discurrentes: aliquando crescere, & augeri, iam minui videntur. Forte & hæc animalcula suas metamorphoses habent; ita ut minima quædam alata ex aere venientia aquæ committant sua ovula: hæc ibidem explicentur: ex his nutriantur vermiculi, qui post tempus resumtis alis rursus in aera emigrent. Acetum libero cælo aliquamdiu expositum *anguillas* profert, ex figura similitudine piscis nomen adeptas. Hæ bifariam sectæ plures alias anguillulas in spiram collectas aut etiam maiores cum ingente ovulorum vi non raro effundunt. Similes anguillæ inveniuntur in fermento pistorum, & glutinosa pulte bibliopegorum, quæ indurata primum pulte, postea per aquam tepidam emollita novam vitam acquirunt etiam post annos. Non improbabilis opinio est hæc animalcula in pultem farinaceam venire ex ipsis spicis, in quibus grana non raro nigricantia deprehenduntur in fuscum pulverem comminuenda. Alia mollem quandam, & albam substantiam intus condunt, quæ adfusa aqua in filamenta solvitur, quæ dein vitam ac motum anguillis similem paulatim produnt.

XIII. qui plura cupit, Backeri mirofcopium consulat. Unum addo polypum. Hoc animalculum corpus habet cylindricum, viride, passim trium, septem, quandoque etiam sexdecim linearum, & amplius in longitudine: basim unam ambiunt fila seu brachia sex, decem, viginti variæ longitudinis, quibus vermiculos implicant triplo se maiores, eosque avidissime deglutiunt, & extracto alimento iterum revomunt: alias ieiunii valde patientes. Soboles ex latere cylindrici corporis instar ramuli propullulat: nec raro ex ea, dum matri adhæret adhuc, alia similis minor eminet: avulsæ hæ proles, & separato vasculo commissæ novos similiter fætus edunt; id quod Tramblaius ad septimam usque generationem con-

tigisse observavit. Idem polypum in duas secundum axem cylindri partes secuit, & singulas secundum latitudinem iterum divisit in duas partes alias: omnes quatuor totidem polypi evaserunt. Secuit iterum eosdem ex partibus prognatos in partes similes; totidemque rursus perfectos polypos prognatos vidit, & continuata sectione per biennium 50 polypos ex uno obtinuit. Unde aliqui haud immerito concludunt, externam illam polypi figuram esse veluti indumentum quoddam plurimorum animalculorum una habitantium. Similiter corallia marina nihil aliud esse aiunt, quam nidos eiusmodi animalculorum, quæ uti complura alia, zoophytis olim accensebantur. Sed corallia non modo ex zoophytorum, sed plantarum etiam marinarum numero excluduntur a quibusdam verisimili ratione, quia eorum gravitas specifica ad aquam est ut 2, 68: 1. Quæ quidem lapidibus proxime competit.



CAPUT IV.

De Atmosphæra Terrestri.

Regnis naturæ merito accensentur atmosphæræ globorum totalium, præsertim telluris nostræ; cum diversa plane phænomena earum dominio subiaceant, & in nostra atmosphæra generentur meteora aquea & ignea; ex quibus de atmosphæris aliorum globorum quædam coniectura fieri potest.

§. CCXV.

Ascensus Vaporum.

I. *Vapores* e fluidis & humidis proveniunt: *exhalationes* e siccis corporibus, quamquam id discrimen loquendi non observetur perpetuo, eam etiam ob caussam, quod exposita evaporatione humidorum, atque in primis aquæ halitus corporum siccorum particulis

lis humidis fere adhæreſcentes, aut permixti ſingularem difficultatem non faceſſant. Cum autem de aſcenſu vaporum agitur, explicanda eſt primo corporum evaporantium in tenuiſſimas particulas, quas vaporum & exhalationum nomine complectimur, ſolutio. *Secundo* ſeparatio earundem a reliqua maſſa, atque elevatio in atmoſphæram: *Tertio* ſuſtentatio earum in aere multo aliis corporibus mixtis leviore: *quarto* præcipitatio illarum.

II. Opiniones Phyſicorum de vaporum aſcenſu admodum diverſæ ſunt. *Primo* aiunt, particulas ignis ex radiis ſolaribus ſeſe exiguis particulis aquæ coniungere & moleculas mixtas admodum leves efficere, quæ ipſi aeri innatent: quando dein nubes ventis contrariis comprimuntur, aqueas particulas ab igneis deſeri, ac decidere debere. At enim ſæpe pugnantibus etiam ventis nihil vaporum magnopere decidit, & cælum ſerenum manet. *Secundo* particulas aqueas, cum admodum exiles ſint, aeri innatare poſſe cenſent, uti pulviſculos in ſolis radio agitatos cernimus. Sed hoc quidem modo, ut alia prætercam, elevatio vaporum non explicatur, certe pulviſculi non niſi variis motibus animalium, ac ventorum excutiuntur, & aliquamdiu circumvolitant, aere quieſcente mox relapſuri. *Tertio* vapores in meris bullulis intus vacuis aut non niſi ignem aut aerem concludentibus conſiſtere opinantur, quæ cum aere denſiore ſint ſpecifice leviores, eidem innatare debent, uti ſphæra cava metallica aquæ innatat. Verum eiusmodi bullæ, ſi aerem rarefactum continent, ſtatim ac ad mediocrem altitudinem, locumque frigidiorem ſunt delatæ, ab aere externo comprimi ac condenſari deberent, ſuaque gravitate iterum recidere, ſaltem niſi aliud expanſionis, aut ſuſtentationis principium adſignetur. *Quarto.* Qui attractione utuntur in aſcenſu vaporum explicando, non ſimiliter eam adhibent; alii enim putant, vapores non aliter in aerem, quam aquam in ſpongiam, aut tubos capillares penetrare. Alii aerem aquæ menſtruum cenſeri poſſe autumant, ſic ut aeris particulæ maiore vi trahant aqueas quam aqueæ ſe mutuo, aut aereæ alias aereas. Verum illud valde hypotheticum videtur, præſertim ſi tanta vis tractionis aeri in aquam nondum

re-

resolutam in vapores tribuatur. *Quinto* quoniam materia electrica ubique diffusa est, verisimillimum atque experimentis omnino conforme aiunt, si ea materia per vices circulare statuatur per terram, & atmosphæram; ita ut eiusdem ope plurimæ evaporationes atque exhalationes contingant. Cl. Drsagulierius aeri puriori vim electricam tribuit: constat ab electricis corpora non electrica attrahi: illa vero, quæ una sunt electrica, a se repelli mutuo. Particulas igitur aqueas minutim ab igne solutas primum attrahi ab aere censet: postea vero quam electricitatem communicatam adquisierint, & ab aere, & a se mutuo repelli, atque hoc modo in fluidum, quod aere atmosphærico specificie levius sit, extenuari. Cl. Beccaria, etsi ad universa meteora explicanda fluidum electricum aptissimum iudicet; tamen electricitatem solius aeris, si maior vaporum copia requiritur, ut in nubibns imbriferis, ac tempestatibus fulmineis, non sufficere arbitratur: idcirco fluxum qnendam fluidi electrici ex uno terræ loco in quo abundat, versus alium in quo deficit, admittit, ita, ut illud, ubi maiore vi gaudet, vapores secum evehat in aerem, eosque ita ordinet ac disponat, ut instar vehiculi sint, quo ex uno in alium locum traiici possint. Sicut enim folia auri, festucæ, pulveres sicci &c. quibus catena electrica imminet, diversis primo motibus agitantur, dein sibi adhærent mutuo, & inde a patina, in qua posita sunt, ad ipsam catenam corpus quoddam continuum efformant, per quod veluti canalem fluidum electricum in patinam reliquaque corpora transit: sic erumpens e quodam loco materia electrica vapores secum attollit cumque aliis in atmosphæra iam existentibus coniungit, ut per eosdem ceu tramitem in alium commigret locum, ubi minor eiusdem copia est. Verum etsi fluidum electricum augeat evaporationem corporum, quæ ex aliis ad eam caussis disposita iam sunt; tamen totum ea negotium non conficit. Desaguliérii sententiæ obest 1: de electricitate aeris, quæ ordinariæ evaporationi efficiendæ par sit, ac sufficiens, non constat. Imo experimentis ope perticarum, aut draconum volantium captis compertum est, diversis temporibus, ven-

tis

tis etiam vehementissimis spirantibus nullam vim electricam, quæ quidem sensu percipi possit, atmosphæræ inesse. 2. Antequam vapores elevari queant ab aere electrico, necesse est, ut prius vapores fiant, quam eleventur, hoc est, ut aqua aliaque corpora vapores suppeditantia minutissime solvantur; cum non possit tam tenue fluidum alias partes crassiores elevare, multo etiam minus longiore tempore tenere suspensas. Quapropter aliis præterea caussis opus est. Cl. Beccaria non satis persuadet, illum traiectum fluidi electrici ex uno in alium terræ locum non nisi per vapores in atmosphæram eiectos fieri; cur enim, si illud fluidum alicubi abundat, alibi deficit, is transitus non fiat via brevissima per ipsam terram, ubi tot corpora transmittentia præsto sunt?

III. *Genesis vaporum* sive *solutio corporum* in minutissimas partes per atmosphæram dispersas fit motu intestino & fermentatione a viribus specialibus internis corporum ortas. Constat enim de existentia earum virium; atque is effectus solutionis multo maior est, quam ut a legibus mechanicis derivari possit, uti ex ingente rarefactione, ac vi expansiva corporum in vapores solutorum perspicuum est.

IV. Vapores ita geniti ab aere secundum leges hydrostaticas attolli possunt ad eam altitudinem, ubi eadem est proxime gravitas specifica. Sit gravitas aeris ad aquam, ut 1 : 800 vel ut alii volunt, ut 1 : 922. Constat, aquam in vapores solutam non modo in spatium millies maius, sed quater decies millies maius expandi; ut sine dubio levior fiat aere. Novi aquam in vase contentam a gradu frigoris artificialis ope spiritus nitri excitati ad calorem ebullitionis non nisi $\frac{1}{85}$ voluminis sui expandi. Sed nimirum alia cohæsionis ac virium lex in massa maiore, & particulis minimis, ac separatis, vel specialibus viribus in se agentibus. In aqua etiam calidissima & ebulliente sensibilis partium attractio, etsi minor, quam in frigida observatur; stilus enim ei immissus sensibilem adhuc guttulam extrahit, ac retinet: quapropter etsi calor unde unde ortus, ac ignes terrestres æque ac subterranei, radii solis,

cor-

corporum attritus, alii excitati motus corporum ceu putrefactionis ad eam fermentationem disponant corpora evaporantia, per quam vapores gignuntur; tamen ipsa eorum genesis proxime non ab illis caussis, sed ab hac fermentatione & viribus internis pendet, per quas minimæ particulæ mutatis inter se distantiis pariter vires mutant attrahentes in repellentes ad certum usque limitem; quemadmodum cum de viribus specialibus ageretur, exemplis est declaratum. Nulla igitur in hac corporum solutione explicanda hypothesis fingitur: ea intellecta nihil obstat, quo minus elevatio vaporum per leges hydrostaticas fiat. Cl. KRAZENSTEINIUS observavit, bullam ex potu fabæ turcicæ diametrum habuisse $\frac{1}{1800}$ unius digiti parisini; igitur diameter guttulæ, ex qua bulla formabatur, saltem decies minor esse debuit, nempe $\frac{1}{18000}$ = 0, 0000 27. Expansio magis crescit; sed necessarium non est, ut eo usque excrescat.

V. Sine dubio vapores quidam generantur etiam vehemente, ac repentina vi ignis, qua particulæ quædam, antequam ad debitam tenuitatem redactæ sunt, divelluntur, aut uno cum aere ex corporibus incalescentibus se liberante auferuntur. Verum hi vapores cum satis alte non eleventur, neque in locis frigidioribus diu persistant, cito relabuntur, ac confluunt in maiores massulas, ut in destillationibus, in fusione metallorum, in roscidis nebulis &c. experimur. Sed non semper vis tanta ignis, nec tanta aeris agitatio præsto est, cum surgunt vapores, uti fit in ordinaria evaporatione liquidorum, aut quando in hieme tranquillo aere fumant stagna & lacus, aut evaporat ipsa glacies. In his quidem casibus sufficiens corporum solutio, ac genesis vaporum non nisi a viribus specialibus repeti potest, quæ quidem quiescente maiore massa minimas particulas afficere, novam elementorum & maxime virium compositionem inducere valent. Multum enim indoles vaporum, eorumque vires a viribus massæ homogeneæ discrepant. Id mira expansio, & elasticitas, id ipse color ostendit. Scimus enim alios colores ex guttulis fonticulorum & pluviis, alios ex vaporibus

&

& nubibus haberi: iftorum quidem opacitas fatis oftendit, eos ex folidis guttulis haud conftare, five bullulas five veficulas adpellare malis; certe alia virium & elementorum compofitione gaudent, ut apertiffima phænomena exhibent.

VI. Actio fluidi electrici fæpe *auget* evaporationem corporum, quæ ad vapores emittendos ex aliis cauffis funt determinata ceu plantæ, animalia, liquida &c. fæpe enim excitatur electricitas naturalis tum in atmofphæra, uti fuo loco probatum, tum in corporibus terreftribus, quorum cum alia perpetuo corrumpantur, & alia nafcantur atque in his alia maiore vi fluidum attrahant, alia minore neceffe eft; ut perpetua huius materiæ per diverfa corpora traiectio, & circulatio confequatur: eft autem hæc materia fumme activa, omniaque ingente celeritate pervadit: hinc motus inteftinus & confequens inde evaporatio non poteft non augeri. Conftat maiorem eius fluidi copiam contineri in quibusdam locis & tractibus fulfureis, ac bituminofis, aliisve, quæ perpetuam fere igneam fcaturiginem fub fe continent, quales funt campi quidam phlegræi; fcrobes fulfureæ, mineræ &c. Hinc aliæ particulæ e. g. aqueæ per cumulum eiusmodi materiæ quafi electrifatæ fe fugient mutuo, ac feparabunt: accedet attractio aeris negative electrici: furget ergo vapor, & particulis aeris adhærebit: hæ paulatim & ipfæ electrifatæ fefe fugient mutuo; unde fit volumen maius compofitum ex aereis & aqueis particulis, & rurfus in fuftentando eo complexo locum habebunt leges hydroftaticæ. Idem fieri debet aeri pofitive electrico, qui tum a craffioribus nondum folutis attractus; iisdem vim electricam communicabit, qua evaporatio augeatur, & acceleretur.

VII. Etfi indoles vaporum a natura corporis, a quo foluti funt, multum difcrepet; tamen iidem redeunt paulatim ad priftinum ftatum, uti cum vapores aquei pluviarum forma decidunt. Fieri id poteft nova particularum ob alias heterogeneas mixtas fermentatione, aut quia frigore denfantur, ventis comprimuntur, vel cum aliis homogeneis arctius iterum coniunguntur, ut vires attractivæ denuo fe exerant. Nempe parum adhuc exploratum nobis eft, quid ac quomodo in atmo-

mosphærico regno excoquatur in tanta particularum diversissimi generis, ordinisque colluvie.

Uti calor evaporationem maxime promovet: ita frigore vapores iam solutos denuo constringi, atque in locis frigidioribus deponi observamus. Sphæræ vitreæ cavæ, bene exsiccatæ atque hermetice clausæ, si in locum frigidiorem defertur, mox vapores aquei interne adhærent, qui paulatim augentur, atque in guttulas etiam sensibiles confluunt. Si in locum calidiorem restituatur, vel aer externus quacunque ex caussa magis incalescat, iidem vapores ex interna superficie iterum avulsi disparent. Si in scyphum vitreum probe siccum infunditur aqua haud paullo frigidior, quam sit aer illo tempore, illico externa vitri facies vaporibus obducitur. Simili nebula vaporosa vitrei fenestrarum orbes sæpe teguntur interna vel externa superficie, prout aer externus, vel internus frigidior extiterit.

§. CCXVI.

Nebulæ.

I. *Nebula* est vapor densior, qui non satis elevari potest, maxime aqueus, etsi non raro alios halitus fætentes, potissimum sulfureos admixtos habeat. Eiusmodi fætidas nebulas perquam noxias experimur, & in aquæ superficie, cui incumbunt, pelliculas coloratas & pingues relinquunt.

II. Nebulæ tempore æstivo rariores sunt: frequentiores in vere & autumno; quia tum magis refrigeratur aer horis matutinis ac vespertinis, quam æstivo tempore. Mensibus hibernis per dies integros atque etiam hebdomadas sæpe nobis obversantur.

§. CCXVII.

Nubes.

I. *Nubes* est nebula in sublime elata, ac vapor tenuior. Cum præaltos montes nubibus cinctos conspicimus; qui in iis versantur, nebula se circumdari pu-

putant: & siqua nebula valli incumbens ex monte altiore conspicitur, ea instar nubis adparet. Distantia, magnitudo, forma nubium varia & mutabilis. Ricciolus ad 5000 passus evectas mensus est, hoc est, ad 5 milliaria Italica, aut $1\frac{1}{2}$ Germ. Monnierius notavit, cacumen montis canigou plerumque ultra nubes eminere; unde ultra 5765 pedes non ascenderent.

II. Motus nubium varius: plures ab occasu & meridie, quam ortu aut septentrione ad nos veniunt: sæpe brevi tempore non modico spatio subsidunt: sæpe elevantur: quæ in vertice montis hærebant, versus medium descendunt: aliquando ab infima aut media parte in verticem eluctantur. Si nubes quædam seorsim spectetur, ea calore intensiore sæpe evanescit: imo sole orto, iamque elevato aliquantum, omnes non raro nubes, quibus cælum ante tegebatur, disparent, nec raro accidit, ut orto vix sole cælum obtegatur nubibus, quod tota noctu serenum fulsit. Cl. Beccaria ante ortas pluvias, aut fulmineas tempestates fere semper observavit nubem quandam densiorem variis suis partibus, ac veluti laciniis terræ vel monti cuidam incumbentem, quæ continuo crescere, atque attolli superne globosa videbatur aliisque nubibus aucta demum totum cælum obtegere: inferebat, eiusmodi nubem electrisari. Sicut enim in machina fluidum electricum per partes cuspidatas diffunditur: sic idem eiicitur in atmosphæram per montium apices, silvas altis arboribus consitas, turres, ædificia prælta, aliaque eminentia corpora fluido electrico abundantia.

§. CCXVIII.

Pluviæ.

I. Non una est caussa, quæ vapores in maiores massulas, & aqueos maxime in guttulas pluvias cogat. 1. Sæpe aer ob exhalationes calidas rarescens impar fit vaporibus tanta copia ferendis. Hunc calorem pluvias præsagientem non modo fossores experiuntur, sed

ſed plurima inſecta produnt, ut muſcæ, araneæ, lumbrici, limaces &c. quin & piſces ſubſilientes, & velut auram captantes extra aquas: imo non pauci homines, qui validiore aere ad reſpirationem egent, ingentes ob eiusmodi calorem anguſtias perſentiſcunt. Ipſe deſcenſus mercurii, qui perſæpe antecedit pluvias, aerem eiusve denſitatem vaporibus calidis erumpentibus quadam parte imminui, indicat. 2. Copia vaporum eo usque excreſcere poteſt, ut particulæ aqueæ arctius coeuntes vi attractiva ſe uniant, atque aere ſpecifice graviores evadant. Eiusmodi tenues guttulæ cum ipſo deſcenſu initio ſatis lente alias adprehendant, in maiores excreſcunt guttas. Compertum eſt non uno tempore, quando largiores pluviæ ad pedem montis cadebant, in ea altitudine montis, qua nubes hærebant, non niſi tenues guttulas, ac velut nebulam quandam lente ſubſidiſſe. Copiam vaporum lux ſtellarum veſperi magis tremula, cælum obſcurius, etſi carere nubibus videatur, indicat. 3. Ventis contrariis, ipſoquæ nubium motu vapores in arctius ſpatium conſtringi, ac condenſari debent. 4. Mixtione heterogenearum partium novæ fermentationes viriumque in vaporibus mutationes effici poſſe ac debere, analogiæ naturæ maxime conſentaneum eſt. Certe aquæ pluviæ ſi examinentur, non reperiuntur puræ. 5. Uti aſcenſus vaporum; ita etiam deſcenſus partem ſibi non raro vendicat naturalis electricitas. Si enim ingens eorum iam actu electricorum copia adſit, iidem alios atque alios ad ſe attrahent, & cum iis propius coniuncti vi mutuæ attractionis in maiores globulos coaleſcent. Hoc modo colligi, condenſarique videntur vapores, quando e nubibus vel nebulis præciſe certis montibus adhæreſcentibus fere pluvias conſequi, experientia diſcimus.

II. Non omnes venti æque præſagiunt, vel admittunt, vel creant pluvias; rarius certe venti orientalis, ac ſeptentrionalis, ſæpius meridionalis & occidentalis, id non modo a diverſa vaporum, quos advehunt, copia & conſtitutione, ſed etiam regionum, montium &c. ſitu & indole pendet, & ex obſervationibus plurium annorum pro quovis tractu ſingilatim diſcendum eſt.

III.

III. *Exhydriae seu fracturae nubium* censentur, quando immensa prope aquarum moles intra brevissimum tempus e nube simul effunditur; quod circa loca montosa contingit saepius. Oriri possunt tum ex repentino partium heterogenearum e. g. salinarum per ventos advectarum cum aqueis concursu, quo vapores celeriter condensari, ac decidere debent. aliam caussam, fortassis verisimiliorem praebet fluidum electricum. Siquis enim telluris locus e. g. mons exiguam eius partem continet, attrahet magna vi vicinam nubem, eamque velut momento condensabit. Idem evenire debet, si ex opposito mons abundare eo fluido, & nubes prope destituta esse concipiatur.

§. CCXIX.

Grando, Et Nix.

I. *Grandinem* esse guttulas maxime aqueas *subito frigore conglaciatas*, & pro vario aliarum guttularum, vel granorum accessione auctas omnes ante Beccariam Philosophi censuerant. Is enim ad eiusmodi congelationem poscit vim activam & vehementem, & celerem; quae a fluido electrico maxime haberi possit. Sed chemia non pauca praebet exempla praecipitationum, in quibus ob heterogeneas admixtas partes ingens liquorum copia repente consistere, & in massam solidam abire cernitur.

II. Observatur in grandine plerumque nucleus magis opacus, aliquando etiam rarior, ac nivosus: crusta exterior in plura velut strata divisa adparet; quasi in descensu nivium flocci pluviis aquis aliquantum fusi sint, aut per locum calidiorem transierint: tum pervenerint denuo ad frigidiorem.

III. *Nix* est vapor congelatus, & in floccos collectus. Figura minime constans est; ac cl. Scherfferus intervallo unius horae diversas species deprehendit: aliquando non nisi laminae variae densitatis & diaphaneitatis conspiciuntur pro diverso situ oculi etiam diversum colorem exhibentes, uti fit in tenuissimis lamellis corporum. In praealtis montibus flocci exilis-

ſimi deprehenduntur, & ſingularem plerumque ſignram exhibent. De hac re actum a nobis eſt, cum ſpeciales corporum vires ſtabilire conaremur.

§. CCXX.

Ros Et Pruina.

I. Tres roris ſpecies numerat Musschenbroekius; Prima eſt, qua terræ ſuperficies matutino ac veſpertino tempore non raro tota humectatur. Is a vaporibus antea ſuſpenſis in aere, ac frigore conſtrictis oritur. Quia vero æſtivo tempore ob breviorem ſolis abſentiam terra non tantum caloris per noctem perdit, minorque inter diurnum, & nocturnum calorem eſt differentia, quam in vere & autumno; minor etiam rariorque roris copia æſtivis menſibus, quam vernis & autumnalibus obſervatur. Spectanda præterea eſt diverſa corporum diverſorum in vapores aqueos attractio. Vaſa vitrea, porcellana, plantæ teneræ &c. multo rore conſpergi ſolent, dum metallina, argentea, cuprea, ſtannea &c. probe polita, aut corpora pingui materia obducta vix guttulam recipiunt.

II. Altera roris ſpecies ab auctore laudato adpellatur nubecula illa, quæ locis humidis non raro in altitudine 6 aut 7 ped. incnmbit. Verum cum hæc ſpecies non niſi altitudine differat a nebula; eiusdem proprietates ac naturam habet.

III, Tertia roris ſpecies, eaque frequentiſſima eſt, quæ plantis, certisque duntaxat illarum partibus adhæret, quin ſenſibiliora roris veſtigia in aliis circumpoſitis corporibus adpareant. Hanc a plantis per vaſa quædam excretoria exſudari vel exſpirari cenſuit Muſſchenbrœkius; eoquod iisdem ſemper plantæ partibus, eademque figura adhæreat. Sed hoc quidem variæ diſpoſitioni partium, qua plantæ quibusdam locis copioſius colligunt, retinentque fortius aqueos vapores, adſcribendum videtur. Siqua frumenti ſpica largiter aqua adſpergitur, ea poſt aliquam moram non niſi in cuſpidibus maiores guttas exhibet, Idem plantam cum va-

se suo campana vitrea, & terram, cui inserta erat, plumbo ita obtexit, ut non nisi caulem per foramen transmiserit; atque altero die deprehendit, plantæ eundem rorem adhærere, qui in libero aere solebat. Verum & aer, dum intra campanam concludebatur, vapores habebat: & ex continua transpiratione plantæ novos accipiebat, quos dein frigore constrictos in plantam dimittere potuit. Si ros in ea deprehensus non nisi sudor illius existeret, planta quædam a caule suo avulsa, dum circulatio succorum tollitur, nihil aut perparum roris exhiberet. Contrarium docet experientia.

IV. Disceptatum est, utrum ros e terra ascendat, an ex atmosphæra decidat; Cl. Du Fay suspendit duo vitra siccissima in libero aere; alterum in distantia unius digiti a terra, alterum in distantia trium pedum. Cum vesperi utrumque viseret, illud, quod humilius positum erat, invenit ex utraque superficie madidum: magis tamen ex inferiore: post semihoram utraque eiusdem superficies iam guttulas quasdam sustentabat, maiores tamen inferior. At vitrum maiore intervallo a terra remotum non nisi tenui vapore obduci cœperat. Hæ observationes sæpius repetitæ semper sibi constare visæ sunt. Si supra vas quoddam terra valde humenti repletum in distantia unius digiti suspenditur lamina vitrea, eaque dein una cum vase defertur in locum frigidiorem, inferior laminæ superficies post pauca minuta vaporibus tingitur: paullo post etiam superior. Hæc quidem manifesto indicio sunt, vapores ex terra ascendere magno numero; non tamen concludi propterea potest, omnem rorem ex hoc solo ascensu repetendum esse.

V. Ros a vaporibus in aere inferiore dimissis, pluviæ autem a nubibus & vaporibus etiam altius elatis oriuntur: cum igitur in aere inferiore diversissimæ hæreant partes heterogeneæ, sulfureæ, oleosæ, terreæ &c. quæ ad maiorem altitudinem non perveniunt: facile intelligitur, alias aquæ pluvialis, alias roris proprietates, atque adfectiones esse. Ex quo patet, quod sæpe ros pecori roscidas herbas legenti noxius esse possit.

 VI.

VI. *Pruina* eandem cum rore originem habet, nisi quod vapores dimissi vel in ipso aere vel dum corporibus adhærent, in quandam glaciei speciem abeant. In locis editioribus non ita frequens pruina cernitur; ficciora enim sunt ob aquas facilius decurrentes.

§. CCXXI.

Iris Solaris Et Lunaris.

I. Iris plerumque duplex cernitur, *primaria*, sive arcus interior, multo vivacior, & aliquando sola conspicua. Eius pars intima violacea est, extima rubea: reliquos colores medios ut in prismate, suo ordine exhibet: altera est *secundaria* sive exterior debiliores præferens colores, sed inverso ordine, nempe rubeum in parte intima & concava, violaceum in extima seu convexa. Ipsa positio iridis, & colorum ordo manifesto indicio est, eam non nisi refractione & reflexione radiorum lucis, quæ fit in guttis pluviis, nasci. Non enim conspicitur iris, nisi in nube soli opposita oculo inter solem & nubem constituto. Res tota geometrice determinari potest, & a pluribus adcuratissime ad minutias usque determinata est. Pro instituto meo satis fecisse videbor, si experientiæ ope totum id declarem.

II. Globus vitreus aut bulla vitrea aqua plena ita suspendatur e regione solis, ut magis demitti, vel attolli possit altius. Observator tergum soli obvertens in minore quadam globi altitudine excipiet radios rubros ex luce in superiorem globi partem incidente, & ex inferiore illius parte iterum emergente. Si dein globus aliquantum demittitur, succesive adparebunt reliqui colores eo ordine, ut in iride aut prismate, ut locum ultimum teneat violaceus. Exemplum id est iridis primariæ, quæ *duplici refractione* in ingressu, & egressu e globulo aqueo, atque *una reflexione* habetur. Facile autem ob eam caussam, quod facilius refringatur radius violaceus, difficilius rubeus, intelligi potest, neque ad eundem oculum pervenire posse omnes colores ex unica gutta, neque e diversis diver-

versos colores, nisi ita sint ordine dispositi, ut e superioribus guttulis radii minus refrangibiles, ex inferioribus magis refrangibiles veniant, atque omnes in oculo conveniant, uti id pro maiore vel minore globi vitrei altitudine observatur.

III. Si dein globus vel bulla vitrea altius elevatur, ut radii solum per inferiorem globi partem ingressi, & reflexi superius egrediantur, atque in oculum illabantur; observabitur in quadam altitudine primo color ruber; dein globum elevando altius succedent reliqui colores iridis secundariæ; quæ quidem duplice refractione, & duplice reflexione gignitur, ut radii per inferiorem globuli partem cum refractione ingressi primo sursum reflectantur; inde a superiore quodammodo fornice deorsum reflexi denique e globulo emergentes refringantur versus oculum. Verum cum duplici reflexione plures radii dispergantur, partim etiam transmittantur, patet, iridis secundariæ colores necessario languere.

IV. Latitudo iridis tam primariæ quam secundariæ non nisi discrimini refrangibilitatis radiorum lucis responderet, si sol reipsa non nisi punctum lucidum omni carens sensibili latitudine, atque ad immensam distantiam remotum foret. Verum quoniam radii non ex centro solis duntaxat, sed etiam ex limbis parallelis adveniunt, & diameter disci angulum 32′ subtendit; hinc latitudo colorum, & utriusque arcus, augetur, & simul commistio quædam colorum maxime vicinorum, rubri cum aurantio, flavi cum viridi &c. consequitur, neque omnes septem colores in iride tam facile discerni possunt, ut in spectro prismatico, in quo puriores sunt.

V. Iridis figura est constans, eaque circularis, modo altior, modo depressior, prout sol horizonti propinquior, vel ab eo remotior fuerit. Dum sol in horizonte versatur, iris semicircularis adparet: quando supra horizontem elevatus est, semper minor semicirculo.

VI. Quia in globulis aqueis reflexio non tantum duplex, sed etiam triplex fieri potest, plures adpare-

re deberent, nisi lux nimis debilis evaderet. Si nubes pluvia satis densa, & lux incidens valde copiosa est, etiam tertia iris erit conspicua. Si radii solis ex lacu ampliore reflectantur, efformari ab iisdem potest iris, quæ semicirculum superat.

VII. Iris lunaris similiter formatur refractione & reflexione in guttis pluviis, præsertim luna plena & in oriente vel occidente constituta, cum alias cœlum sat tenebrosum non fit ad reddendam iridem lumini lunæ valde debili. Imo aliquando in ipsa tellure conspicua iris est, quando pluviarum aut roris guttulæ gramini & herbis incumbunt, uti P. PARDIES per montem quendam iter faciens in subiecta valle conspexit.

§. CCXXII.

HALO.

I. *Halo* vox græca aream circularem vel coronam nobis denotat nempe lucidam illam circa solem, lunam, aliave sidera, sæpe albicantem, aliquando coloribus distinctam. Solem aliquando ambit eiusmodi circulus, quando tenuior vapor, per quem sol satis distincte cerni potest, per aerem dispersus est. Plerumque tamen luna, non raro Iuppiter, Syrius aliæque stellæ lucidiores satis notabilem exhibent. Vapor aquæ calidæ inter candelam & oculum ascendens, imo etiam vitrum oris halitu obnubilatum, aut nebula, per quam flamma conspicitur, eidem halonem conciliat. Unde perspicuum est *primo* eum non nisi ex refractione radiorum in vaporibus facta oriri; quamquam si halones sint ampliores & colores paullo vivaciores, eosdem duplici refractione, & triplici reflexione effici posse ostendant. *Secundo* humores ipsi oculo insidentes vicem eiusmodi vaporum, & nebularum obire posse.

§. CCXXIII.

PARELIUS, ET PARASELENE.

I. *Parelios*, sol lateralis sive spurius, aut imago so-

folis eft, refractione orta, aut ex vapore glaciali reflexa. Obfervatum eft enim, poft vifos parelios fæpius pluvias, aut nives particulis glacialibus, & oblongis fpiculis cecidiffe. Splendor aliquando tantus, ut a vero fole nifi pofitione, vix difcernatur: plerumque minor, ut potius nubem albefcentem, quam parelium credas. Bini fere funt eiusmodi laterales foles præter verum, aliquando quatuor; SCHEINERUS Romæ anno 1692 foles quinque fimul vidit. Plerumque coronæ quædam adiunctæ funt tum iridis colore, tum albæ, non femper concentricæ, in quarum interfectione fere iacent parelii. Duratio adparitionis varia, unius horæ, imo & quatuor horarum; aliquando, poftquam deficere cæpere, rurfus revivifcere videntur.

II. Parelio refpondet Parafelene feu imago lunæ eodem modo efformata in nubibus, & circulo lucido fere circumdata. *Ad hæc phænomena exponenda,* inquit SCHERFFERUS, *cum fufficiat fitus, & figura particularum feu glacialium, feu etiam aquearum, aut inter fefe miftarum, vel etiam folvi incipientium, ac leges refractionis, & reflexionis, cuilibet relinquimus campum, ut pro libitu aptiorem fuæ imaginationi feligat: utpote cum in hifce infinita varietas occurrere poffit, nec idem congruat explicandi modus omnibus: nec diverfi erunt ab eodem alieni phænomeno.*



CAPUT V.

De Atmofphæris Corporum Cæleftium.

De atmofphæris corporum cæleftium, & phænomenis inde pendentibus plurimas hypothefes, easque admodum difcrepantes confinxere Philofophi, donec obfervationum copia & accuratiore philofophandi methodo veritas deprehenderetur. Omiffis hypothefibus,

bus, & opinionibus falsis, quæ ad historiami literariam pertinent, paucis exponimus, quæ scitu digna videbuntur.

§. CCXXIV.

Maculæ Solares.

I. Solem atmosphæra, eaque admodum protensa cingi, ipsa analogia corporum ardentium suadet, & maculæ solares, ac lumen zodiacale manifeste ostendunt. Vocantur autem maculæ solares partes obscuriores & nigricantes in disco solis conspicuæ, quarum medium seu nucleus velut corona quadam minus obscura instar atmosphæræ rarioris fere cingitur, quæ in extremis limbis plerumque paullo obscurior iterum adparet. Observantur eæ maculæ tum per telescopia, si vitrum fumo probe obductum iis obiicitur, tum per cameram obscuram, si radii solis telescopio duobus vitris instructo excipiantur, locusque circumpositus obscuretur. Tum enim inversa solis imago supra chartam ad axem telescopii normalem pingitur, & maculæ, siquæ adsint in sole conspiciuntur.

II. P. Christophorus Scheinerus germanus, suevus, domo Waldensis prope Mindelhemium, Professor Matheseos in Academ. Ingolstadiana maculas hasce anno 1611 mense martio (non Maio, ut Wolfius scribit in Elem. Astron.) primum vidit sole per nubem inspectó, easque tum præsenti P. Ioanni Bapt. Cysato, suo dein in eadem professione ibidem successori aliisque suis discipulis ostendit. Verum cum ea res non tantum nova, sed etiam placitis philosophicis de incorruptibilitate cælorum (ut erant tum ea tempora) adversa esset, consultum videbatur, caute & pedetentim procedere, ne quid ab aliquo in ea academia professore in lucem emitteretur, cuius dein retractatio indecora, aut difficilis eveniret. Idcirco Scheinerus observationes suas Marco Velsero duumviro Augustano misit easdem re comperta petenti, *nequid longa mora deperiret, aut primæ inventionis laurea aliunde decerperetur*, ut is ad Scheinerum rescripsit. Velserus igitur tres Scheineri epistolas sub nomine *Apel-*

Apellis post tabulam latitantis de maculis primo edidit. Cum vero postea GALILÆUS inventi gloriam sibi eripi criminaretur, Scheinerus in publicum prodiit, & clarissimis argumentis censorum invidiam patefecit in libro, quem Paullo Jordano II. Ursino Bracciani duci inscripsit hoc modo: *Rosa Ursina, sive sol ex admirando facularum & macularum suarum phænomeno varius.* Editio libri finita est anno 1630. Teste LANDIO l. 20 Astron. id opus insignem scientiam mathematicam Scheineri commendat, ac opinione Renati CARTESII spem reliquis præcidit, aliquid melius in hac re præstandi Hevelius in sele nographiap. 82 Scheinerum vocat *incomparabilem, & omnigenæ eruditionis virum - - ut in hac materia omnibus quasi palmam præripuisse visus sit.* Et sane multa ad cognitionem naturæ pertinentia ex hoc deducuntur, *primo* rotatio solis circa axem. Si quod enim sidus pura luce gauderet; & nullas unquam maculas exhiberet; eius motum gyrationis observare haud possemus. Nunc vero id commodum nobis præstant maculæ tum in sole, tum in aliis planetis, ut eos motu vertiginis agi dubitare haud possimus; quod quidem de sole *Keplerus* iam suspicatus est in nova Physica cælesti impressa anno 1609, biennio ante observationem Scheineri. *Secundo.* Ex iisdem maculis colligitur atmosphæra solis; quam idem Keplerus ex crepusculis deduxerat. Vid Wolf. Astron. §. 385. *Tertio.* Intelligitur similitudo cælestium corporum, & analogia nubium nostrarum cum maculis solis, uti mox exponam. Cumque sol materia heterogenea constet, haud secus, ac alia telluris corpora, ipsaque tellus corruptioni, & ingentibus omnino mutationibus obnoxius est. Ruit igitur precaria Veterum opinio, qua corpora sublunaria longe alterius naturæ, ac tellus nostra est, & incorruptibilia statuerant.

III. Maculas solares non nisi exhalationes esse, ac fuligines ex sole ascendentes, ostendit irregularis earum figura, diversa magnitudo, ac densitas incertus ortus, inæqualis duratio, varius earum numerus (Scheinero 50 aliquando visæ sunt) variæque mutationes, quas sæpe subeunt; ex quibus indicata cum nubibus nostris analogia perspicua est, cum præsertim corpora in-

inflammata, atque interno æſtu agitata plurimas exhalationes & vapores eiicere debeant, ut in vulcanis terreſtribus patet. Quapropter dubium non eſt, ſolem quoque, cum omnes corporis ardentis, atque inflammati notas exhibeat, ingenti evaporatiòni obnoxium eſſe, qua illius lumen hebetetur, vel ſi denſiores ſint fumi, intercipiatur. Oſtendendum unice ſupereſt, quomodo adſignata macularum cauſſa, quæ fictitia, & hypothetica dici profecto non poteſt, phænomenis macularum explicandis ſufficiat.

IV. *Motus diurnus* macularum, quo a limbo orientali ſolis verſus occidentalem progredi nobis videntur, ex revolutione ſolis circa axem oritur, neque tam conſtans, directio proprio nubium motui poteſt tribui. Hinc intelligitur, cur maculæ per vices modo conſpicuæ ſint, modo poſt ſolem lateant, ac demum iterum redeant aliquando.

V. *Motus annuus* macularum dicitur, quatenus earum via, quam in diſco ſolis conficiunt, quadam anni tempore rectilinea eſt, alio curvilinea, & quidem alias verſus oculum ſpectatoris convexa, alias verſus eundem concava. Atque hoc ex poſitione æquatoris ſolaris reſpectu ſpectatoris pendet; quæ quidem poſitio ob annuum terræ circa ſolem motum diverſa eſt. Si ſol ita obvertitur telluri, ut poli æquatoris ſolaris ſint in limbis diſci, & oculus in ipſo æquatoris plano ad ſpectatorem producto; tum omnes circuli æquatori paralleli inſtar lineæ rectæ adparent, & quodvis punctum in ſole diſcernibile videtur lineam rectam deſcribere; id quod ad finem Maii & initium Iunii per quatuordecim fere dies contingit,poſteaquam ſol octavum circiter geminorum gradum attigit. Poſtea menſe Junio, Julio, & Auguſto via macularum adparet cuvilinea convexa verſus terram; quia eo tempore polus borealis æquatoris in ipſo diſco hæret ſuperius, alterno auſtrali poſt diſcum latente. Ad initium ſeptembris decreſcit convexitas, donec circa 8 vel 10 gradum ſagittarii ad finem Novembris via iterum rectilinea videatur; quæ deinceps curvatur iterum, cavitate terram reſpiciente. Maxima curvitas circa finem februarii, & initium Martii deprehenditur, ſole

pi-

pifces ingreffo. Eft porro hic motus tam regularis, ut vi calculi, & unius obfervationis via maculæ determinari poffit; ex eodem colligitur, æquatorem folarem ad eclipticam, feu planum orbitæ telluris inclinari fub angulo $7\frac{1}{2}$ grad.

VI. Incrementum, & decrementum macularum aliud eft *phyficum* dum macula in eodem prope difci loco augetur, vel minuitur, alia quadam vicina permanente in fuo ftatu, vel contrario modo immutata; uti idem fit in nubibus noftræ atmofphæræ. Aliud eft incrementum vel decrementum *opticum*; circa limbos enim minores funt, maiores verfus medium difcum, propterea quod circa limbos fitu obliquo nobis obvertantur, directe circa medium. Oftendimus enim in optica, obiecta æqualia, quarum alterum directe, alterum oblique obvertitur oculo, inæqualia adparere in eadem diftantia, ac videri maius, quod directe nobis opponitur. Ex hoc ipfo phænomeno concluditur, maculas, etfi aliquam habeant craffitiem, magis tamen in longum vel latum protendi, nec effe corpora globofa circa folem rotata; fecus earum figura pro diverfo fitu immutari non poffet: contra folis figuram ad fenfum fphæricam effe; cum is eminus fpectatus in omni fitu inftar difci circularis adpareat. denique ex fitu obliquo verfus limbos, & globofitate folis fit, ut motus macularum verfus limbos tardior adpareat, velocior circa medium difcum.

VII. Tempora adparitionis, & occutationis macularum, quando poft difcum latent, tum iterum in confpectum prodeunt, in pluribus notabiliter inæqualia effe, non una obfervatione exploratum eft. Commentatores Newtoni L. III. Prop. X. binas referunt obfervationes adcuratiffime inftitutas, alteram ex tranfact. Anglicanis n. 294. alteram ex diario Eruditorum ad annos 1676, 1677, in quibus maculæ per integros dies 15 occultari, nec nifi per 12 dies adparere funt vifæ, ut adeo differentia temporum fit 3 circiter dierum. Ex hac autem temporum differentia neceffario concludendum eft, eiusmodi maculas non in fuperficie folis hærere, fed ab ea quodam intervallo remotas

tas

tas esse. Sit enim (F. XVII. T. III.) solis discus AEDB e tellure T visus sub angulo $32'$. Ducantur rectæ ET, DT solem tangentes, itemque CT ad diametrum AB normalis; erunt anguli CTD, DCB, itemque anguli ETC, ECA utrinque æquales, cum sint complementa ad unum rectum, ac continebunt singuli $16'$, cum totus angulus ETD contineat $32'$; proinde pars solis inconspicua DHE erit ad partem conspicuam EMD, ut $180^{\circ}, 32' : 179^{\circ}, 28' = 10832' : 10768'$. Si igitur maculæ in ipso solis disco hærerent, hæc eadem esset ratio temporum, quibus occultantur, & quibus adparent; quia earum motus æquabilis est, & spatia confecta in eiusmodi motu sunt ut tempora; imo quia pars conspicua solis ab inconspicua non nisi uno circiter gradu differt (ob rationem $180^{\circ}, 32' : 179^{\circ}, 28'$) tempus, quo adparent maculæ, a tempore, quo occultantur, non nisi una, alterave hora differre posset; cum enim tempus revolutionis solis circa axem sit 27^{d}, vel 648^{h}; fiat $360^{\circ} : 648^{h} = 1^{\circ} : 2^{h}$ propinque. At si via maculæ non sit in superficie, sed admosphæra solis, & circulo FGIKL eidem concentrico; manifestum est, eam ex tellure T non fore conspicuam in disco solis, nisi per arcum FOG, qui semiperipheria notabiliter minor est; quocirca etiam tempus, quo percurritur arcus FG, notabiliter minus erit tempore, quo conficitur arcus GKILF.

VIII. Verum aurea mathesis, quæ genuina clavis est aperiendæ naturæ, longius nos ducit, ut nimirum *dato tempore 12 dierum, quibus maculæ solis in eius disco adparent, & tempore 15 dierum, quo occultantur, earundem a superficie solis distantia reperiatur.* Sit via maculæ circulus soli concentricus FOGKIL; ita, ut per acum FOG sit conspicua, per arcum GKILF inconspicua, quoniam illius motus æquabilis est, & spatia percursa, ut tempora, erit G

GKILF : FOG = 15 : 12.
& GKIFG : FOG = 27 : 12 = 360° : 160°. Itaque arcus FOG continebit 160 gradus, qui subducti a 180° seu a semiperipheria LOK relinquent summam arcuum LF + GK = 20°; proin LF seorsim, vel GK = 10°. Porro quia angulus ETD admodum exiguus est, & tangentes ET, DΓ non nisi ad maximam terræ a sole distantiam concurrunt, eædem assumi possunt pro parallelis, & normalibus ad AB. Erit EF vel AF sinus arcus 10°, eiusque sinus versus erit AL· posito radio CL = 10000000, reperitur cosinus arcus 10° = 9848077, qui subductus a radio dat sinum versum = 151923. Quamobrem erit CL : AL = 10000000 : 151923. & CA : AL = 9848077 : 151923. Ponatur iam semidiameter solis CA = 100 semidiamet. terr. fiatque 9848077 : 151923 = 100 : 1, 54. Quare distantia AL maculæ a superficie solis æquabit semidiametrum unam telluris, & 54 centesimas partes eiusdem, seu proxime unam ac dimidiam Semidiametrum terræ. Cæterum quoniam collatis macularum solarium observationibus intelligitur, tempora adparitionis, & occultationis non esse in omnibus æqualia, concludendum est, eas pro diversitate eorum temporum diversas a sole distantias habere; omnes tamen uno eodemque tempore motu angulari circumvolvi. KRAFFTIUS Tom. 7. Aced. Petropol. ex omnibus iis maculis, quas annis 1728, 1729, 1730 conspexerat, unicam commemorat, cuius certus erat reditus, & quæ adparuit diebus 13, & 14 diebus latuit. Plures aliæ, quæ dimidio fere revolutionis totius tempore conspicuæ erant, ipsique adeo solis superficiei inhæserant, memorantur a KEILLIO Lect. 5. Astronom. & a Monnierio l. 5. Instit. Astron. Ex tot iis, quarum historiam texerat Scheinerus, vix fuit aliqua, quæ adparuerit duntaxat diebus 12: plures, quæ diebus $12\frac{1}{2}$, 13, $13\frac{1}{2}$ visæ sunt.

IX. Maculæ circa æquatorem solarem potissimum videntur, nec fere ultra 30 gradus versus polos dicuntur discedere. Mempe motus rotationis circa axem celerrimus est in æquatore, utpote circulo ma-

6 per meridianum transiit; cum igitur tota diameter solis intra 120″ transeat per meridianum, ea macula vigesimam partem diametri solaris occupavit: sive diameter solis ad diametrum maculæ fuit ut 20 : 1. *Cumque diameter solis centum diametros telluris nostræ complectatur, fiat* 20 : 1 = 100 : 5 *sive diameter maculæ quinquies maior fuit diametro telluris; ac si ea fuisset corpus globosum, centies vigesies quinquies superasset totam tellurem. Verum quia macularum magnitudo versus limbos decrescit, ut supra diximus, earum crassities latitudini par non est. Nihilominus quia copia exhalationum in sole tum ex magnitudine ipsius, qua tellurem millionesies facile superat, tum ex vehementissimo intestino motu, ac fermentatione metienda est; incredibilis censeri non debet indicata macularum vastitas, multo etiam minus illud, quod nebulæ quædam teste Hevelio anno* 1643 *mense Julio tertiam partem diametri solaris occupasse visæ sint. Recte enim Scheinerus nebulas rariores a partibus vere nigricantibus distinxit, illasque* secundarias, *has* primarias *nuncupavit maculas. Atque hæ quidem postremæ sæpe longiore tempore non conspiciebantur in sole; uti ab anno* 1650 *usque ad annum* 1670, *rursusque ab anno* 1676 *ad* 1684 *vix una, alterave penitus opaca & nigricans deprehendebatur; quamquam sæpe ob nubes atmosphæræ nostræ observatio fieri nulla potest. Ab anno* 1749 *usque ad nostra tempora satis frequentes sunt. Verum etsi longius tempus maculis nigris careat sol; sine dubio tamen quasdam exhalationes continuo emittit, sed quæ non durant longiore tempore, nec in densiora volumina semper coeunt. Scheinerus quidem, qui bis mille observationes de maculis solaribus instituit, solem a se nunquam omnino purum, & ab umbris etiam tenuioribus penitus immunem fuisse visum adfirmavit. Montes quoque ignivomi nostræ telluris sæpe per annos plures nullam materiam satis densam evomunt. Eiectio vi interni æstus fit, sustentatio per pressionem atmosphæræ solaris haberi potest: Etsi porro nubes nostræ*

ſtræ per tractus quosdam circumferantur in atmoſphæra motu proprio a communi vertiginis motu diſtincto; tamen eiusmodi motus proprius, qui præter communem totius atmoſphæræ ſolaris motum, etiam maculis competit, in tanta ſolis vaſtitate & diſtantia a terra ſatis obſervari non poteſt. Eius tamen veſtigia quædam deprehenduntur in eo, quod plures maculæ in medio diſci vel coaleſcere in unam, vel diſſolvi in plures, vel evaneſcere, aut denique in faculas & luculas tranſire videantur.

§. CCXXV.

Lumen Zodiacale.

I. *Lumen zodiacale* eſt tractus cæli albicans, viæ lacteæ vel caudis cometarum non abſimilis, qui quaternis fere horis ante ſolis ortum vel poſt eius occaſum *per zodiacum* diffunditur; atque idcirco lumen zodiacale adpellatum eſt a Joanne Dominico Cassini, qui anno 1683 primus id adcuratius obſervavit. Hic tractus luminoſus, qui ad magnam a ſole diſtantiam verſus ortum vel occaſum protenditur, in cuſpidem definit, ceu haſtile lanceæ, eiusque pars latior ſolem, acutior ſtellam quandam fixam reſpicit. Eius longitudo, ſeu diſtantia verticis a ſole varia eſt, nunquam tamen maior, quam 100, vel 103 graduum, neque minor quam 45° aut 60: latitudo baſeos circa horizontem minima cernebatur 8°, maxima 20°. In variis regionibus diſſitis ex defectu parallaxeos obſervatur ad eandem cæli partem prope ſtellas easdem: altitudo autem ſupra horizontem variatur pro differentia longitudinis locorum.

II. Hoc lumen a ſole pendere, atque a radiis ab eius atmoſphæra reflexis oriri, ſequentia indicia ſunt: Poſitioni ſolis, & motui tam diurno, quam adparenti in ecliptica ſeſe adcommodat: nam baſis luminis ſoli inſiſtit: vertex mane aſcendit cum ſole, eiusque altitudo creſcit: veſpere deſcendit cum ſole, eiusque altitudo minuitur: qua parte propius eſt ſo-

foli, vivacius fpectandum fe præbet : pro diverfo folis loco in ecliptica cufpis luminis diverfas ftellas fixas refpicit, & pro diverfa pofitione folis refpectu dati loci diverfum cum horizonte angulum efficit. Habet igitur hoc lumen proprietatem cuivis alteri lumini communem, ut a fuo fonte pendeat, eoque remoto deficiat, pofito ponatur; ex quo indubitato colligi videtur, id a fole pendere; nulla enim verifimilis ratio fingi poteft, cur tam adcurate motum fequatur folis, fi ab eius radiis non proveniret, non iis quidem directis, cum ante ortum folis, & poft occafum confpicuum fit; fed a reflexis in ipfa atmofpæra folis. Quapropter cum adfignata huius phænomini cauffa omnino vera fit; difpiciendum eft, quomodo ea explicandis phænomenis fufficiat.

III. Ut ratio phænomenorum intelligatur. Sumenda eft certa magnitudo, certa figura atmofphæræ folaris particulas habentis lumini reflectendo, aut fortaffis inftar phofphori emittendo aptas. In primis *magnitudo* admodum vafta effe debet, & magnitudini corporis folaris plus quam fatis proportionata, ut fole infra horizontem iam multum depreffo eius atmofphæra adhuc fupra conum umbrofum emineat, & radios in eam incidentes ad terram reflectat, vel inftar corporum phofphorefcentium emittat; nam lumen zodiacale ad 100 a fole gradus facile pertingit, cum maxima elongatio veneris ab eodem non nifi 48 graduum fit. Difficile eft tantam atmofphæræ vaftitatem concedere. Verum cum ex analogia corporum ardentium, maculis folaribus, atque hoc ipfo phænomeno, de quo agimus, plane conftet, foli atmofphæram quandam circumfufam effe; de magnitudine eiusdem non nifi ex phænomenis iudicandum eft, ut pofita iam atmofphæra quadam ratio phænomenorum explicetur, & ex ratione phænomenorum atmofphæræ magnitudo velut per regreffum demonftrativum definiatur. Quod ea non modo interiores binos planetas, fed etiam terram aliquando involvat, ex eo quidam colligunt, quod non nunquam univerfum prope hemifphærium cæle-

ſte per totam noctem albeſcens adpareat perpetuo eiusmodi lumine; cuiusmodi noctes plures obſervavit Mairanus, & Boſcovichius Romæ per plures annos, præſertim menſe Julio anno 1759 non ſemel, uti ſupplem. Phil. Stay. T. 2. §. 460 teſtatur. Nonnulli ad hanc magnitudinem perſuadendam etiam cometarum caudas in ſubſidium vocant, quarum vapores in atmoſphæra ſolis ad partes ei oppoſitas elevari volunt, quemadmodum noſtri fumi in atmoſphæra terreſtri aſcendunt. De his poſtea agemus. Nunc illud animadvertendum, tantam vaſtitatem non conſtantem neceſſario poni debere, cum ingentes in ſole, eiusque atmoſphæra mutationes contingere debeant. Dein illam atmoſphæram, quanta eſt, tenuiſſimam eſſe, neque planetarum, quos involvit, motui quidquam ſenſibiliter officere.

IV. *Figura* atmoſphæræ ſolaris non tam ſphæroidica, & ad polos maxime compreſſa, ſed prope lenticularis concipi debet, cum inter diſtantiam utriusque cuſpidis, quam hoc lumen præfert, & latitudinem luminis maxima ſit differentia fere in ratione 5 ad 1. Hæc Figura tum ex vi centrifuga, quæ maxima eſt in æquatore, tum ex aliis fortaſſis cauſſis æquilibrio extraneis oritur, ceu varia denſitate, & elaſticitate fluidi atmoſphærici, ob quas illud circa æquatorem tantopere accumulari, & elevari debet. Denique & figura atmoſphæræ, ſicut de magnitudine diximus, ex phænomenis diſcenda eſt. Quamquam & illud animadvertendum, rationem longitudinis & latitudinis huius luminis adcurate determinari haud poſſe, quia latitudo ipſa obliquitate, qua conſpicitur, contrahi debet.

V. Si oculus ſpectatoris directe verſus polum quemdam æquatoris ſolaris poſſet verti, lumen zodiacale inſtar ſegmenti circularis ſupra horizontem emergere videretur. At quoniam, is nunquam non poſitionem obliquam ad planum æquatoris, & atmoſphæræ ſolaris habet; hinc latitudo luminis in baſi ſupra horizontem neceſſario decreſcit pro maiore ob-

obliquitate situs oculi, ac lumen sub forma lentis transversim conspectæ in cuspidem terminatur, magisque in longum quam latum protenditur.

VI. Ut autem hoc lumen reipsa conspici a nobis possit, præter magnitudinem figuramque atmosphæræ solaris, requiritur, ut pars zodiaci, per quam extenditur, ab horizonte sub angulo satis magno emergat; idque pendet a positione sphæræ. Collocetur enim sphæra armillaris, vel globus cælestis ad altitudinem poli dato loco debitam; concipiaturque planum æquatoris solaris cum plano eclipticæ proxime congruere, ita, ut non nisi exiguum angulum $7\frac{1}{2}$ gr. efficiant. Quoniam lumen zodiacale per zodiacum soli proximum diffunditur, eundem proxime cum horizonte angulum efficiet, quem efficit zodiacus soli proximus. Porro in zona temperata boreali, quam habitamus, is zodiacus circa æquinoctium vernum cum horizonte *ortivo* angulum valde exiguum: cum horizonte *occiduo* angulum satis magnum efficit. Contra circa æquinoctium autumnale zodiacus ad horizontem ortivum magis erectus, ad occiduum magis inclinatus est. Quapropter lumen zodiacale in hemisphærio boreali consistentibus ex vaporibus in horizonte sitis non satis emergit, nisi tempore verno post crepusculum vespertinum, & autumnali matutinum. Patet id totum, si principium arietis, ac dein libræ primo ad horizontem ortivum, postea occidum vertatur. Mairanus, qui phænomena huius lucis maiore studio observavit, considerans inclinationem æquatoris solaris ad eclipticam, deprehenhit, augeri aliquot gradibus differentiam inclinationis matutinæ in autumno, & vespertinæ in vere ad horizontem, ita ut lumen zodiacale facilius circa æquinoctium vernum vespere, quam circa autumnale mane conspici debeat. Id quod experientiæ admodum conforme est. Ex his bina intelliguntur, *primo* cur cuspis luminis circa æquinoctium vernum terminetur infra eclipticam ad Pleiades: circa æquinoctium autumnale mane supra eclipticam ad iubar leonis; id quod positio & rectificatio sphæ-

ræ exhibet. *Secundo.* Quænam anni tempora apud nos aptiſſima ſint obſervando huic phænomeno, nempe Veſpertinum in vere, matutinum in autumno. Raro admodum conſpici id poteſt & veſpere & mane eadem nocte, nempe tunc ſolum, cum id a ſole plurimum protenditur, quod caſſino contigit nocte inter 4 & 5 Decembris 1687; quo tempore invenit utrumque cuſpidem a ſole diſtantem 70 gradibus cum latitudine graduum 20.

VI. Incolæ zonæ torridæ, quibus ſatis elevatus ſemper & oritur, & occidit zodiacus, id lumen, ſi a ſole ſatis protenditur; toto anno videre poſſunt & mane & veſpere; uti teſtatur P. Franciſcus Noel miſſionarius in India Orientali, qui prope æquatorem verſatus anno 1684 id obſervavit, & *crepuſculum ſecundum* nominavit. Veriſimilis conjectura eſt, veteres ſub nomine coni, vel pyramidis in cælo conſpicuæ non niſi lumen zodiacale deſignaſſe

§. CCXXVI.

Atmosphæra Lunæ.

I. Lunam atmoſphæra quadam circumdari, ſed multo, ac fere millies rariore, quam ſit aer noſter, probatur ſequentibus argumentis. Primo *ex annulo lucido*, qui in eclipſibus ſolaribus lunam aliquando ambit, quique circa interiorem marginem vividior eſt, ac fere duodecimam partem diametri ſolaris æquat. Hoc phænomenon anno 1605 Antuerpiæ ac Neapoli obſervatum fuiſſe refert Keplerus in l. de nova ſtella ſerpentarii. Idem alii aliis locis obſervarunt, quos recenſet cel. Frisius l. 2. De Gravitate Omnium Corp. C. X. in Schol.. Is annulus non videtur aliunde oriri, quam ex luce, quam particulæ atmoſphæræ lunaris ad nos reflectunt. Non enim oritur ex radiis ſolis prope marginem lunæ tranſeuntibus & ab ipſa luna inflexis; nam eiusmodi radii verſus umbram inflexi admodum pauci ſunt, mul-

multi eorum dispergi debent in contrariam partem, ut adeo altitudo annuli unius pollicis ab iis haberi non possit. Neque is annulus ex luce ab atmosphæra solis reflexa provenit, ut quidam opinantur. Ob magnitudinem enim atmosphæræ solaris amplior foret, si a sole oriretur: neque lunæ, sed soli esset concentricus; quod experientia refellit.

II. Alterum argumentum pro atmosphæra lunari derivatur ex phænomenis siderum prope lunam transeuntium. Multi enim ac præstantes Astronomi & Physici in immersionibus & emersionibus siderum quasdam variationes coloris, motus, ac figuræ observarunt: alii contra nihil variationis deprehenderunt, ut refert Frisius loc. cit. Quapropter ne omnia phænomena vitio instrumentorum, observatorumque, aut irregularibus refractionibus nostri aeris tribuamus sine ratione sufficiente; statuendum videtur, atmosphæram lunæ rarissimam esse, subtilissimamque, ut sidera prope lunam transeuntia plerumque nullam variationem exhibeant: eam vero aliquando ita alterari ex quadam caussa (uti fit in aliis atmosphæris) ut ante & post occultationem siderum aliqua prodeat figuræ, coloris ac motus variatio. Addit Frisius: rem omnem confecit D. du Sejour in Act. Acad Paris. ad annos 1764, 1765, qui collectis undique observationibus omnibus eclipsium solarium Londini, Madriti, Caleti, Holmiæ, Tolosæ aliisque in locis visarum deprehendit, non posse ipsas conciliari inter se invicem, nisi ponatur, radios solis prope marginem lunæ transeuntes inflexionem 4'' subire, & accedere ad lineam, quæ a centro lunæ ad oculum spectatoris ducitur. Hæc aptavit observationibus initii, finis eclipsium, maximæ obscurationis, & distantiæ cornuum &c. atque hoc modo conciliatis observationibus eodem argumento diffractionem radiorum lucis, quæ in partem contrariam fieret, reiecit, & aliquam lunæ atmosphæram evicit, quæ radios undique in gyrum refringendo ad sese cogat accedere; ostenditque, refractionem ho-

horizontalem lunæ non nisi 2″ esse, & atmosphæram eiusdem millies fere rariorem nostro aere, in qua refractio horizontalis ad $32\frac{1}{2}$ pertingit.

§. CCXXVII.

Atmosphæræ Aliorum Planetarum.

I. Variationes, quas in disco Saturni, Jovis, ac martis deprehendimus, indicio sunt; singulos sua atmosphæra circumdatos esse. Cassinus in saturno zonas quasdam nunc parallelas & rectas, nunc arctiores inter se, nunc aliquantum curvas, aliquando tres, aliquando unicam, ac sæpe nullam observavit. Hæ zonarum vicissitudines sine aliquo fluido, quod undique Saturnum ambit, intelligi nequeunt.

Simili Argumento Hugenius aliquam esse atmosphæram Jovis ex varia, & irregulari zonarum forma colligit, quæ modo magis, modo minus distant a se invicem, & modo plures, modo pauciores sunt quandoque binæ aut tres, aut quandoque etiam quinque; ut retulit Cassinus ipse in Act. Paris. anno 1735. Nec vero prætereundæ sunt maculæ, quas primum anno 1665 detexerat Cassinus, & quas numero plures amplioresque anno 1690 deprehendit, quando Juppiter solis propinquitate vehementius incaluerat.

III. In superficie martis pariter distingui solent maculæ & zonæ diversam magnitudinem, figuram, & locum obtinentes. In immersionibus & emersionibus stellarum ex marte similiter variationes quædam observatæ sunt. Act. Paris. 1735.

Hæc quidem sufficere videntur, ut vi analogiæ reliquis etiam corporibus totalibus tribuatur atmosphæra quædam; in quibus eandem aliis indiciis explorandi opportunitas nondum se obtulit. In stellis quidem nebulosis radios illos, queis ambiuntur, ab atmosphæra quadam ve-

veluti solari provenire, Mairanus suspicari videtur, quæ ob diversam positionem in iisdem sæpius mutari debeat.

§. CCXXVIII.

Caudæ Cometarum.

I. Oculos hominum præsentes cometas admirantium maxime rapit trabs lucida, seu cauda cometæ, quam post se trahit ex ea parte, unde progreditur. Si enim appendix luminosa proiicitur in partem, in quam motu proprio tendit cometa, is *barbatus* dicitur: quamquam id discrimen non attendatur semper. Aliquando caput cometæ splendore quodam, ceu capillitio illuminato circumdatur; ac tum *crinitus* audit.

II. Caudas cometarum non nisi tenuissimos vapores, & halitus esse ab eorum capite in partem soli oppositam ascendentes, dubitari vix potest. Nam perspicuum est, cometas ingente atmosphæra circumdari, & quidem longe maiore, quam quæ nucleum tegere, aut totum cometæ corpus nobis videtur efficere; hæc enim pars atmosphæræ ceteris quidem densior, sed multo minor est. Id omnia caudæ phænomena comprobant. Nam 1. Cometarum caudæ maxime increscunt post perihelium, ubi scilicet vicinia solis iidem plurimum incaluerunt; ac tum caput admodum obscurum, & exiguum adparet; uti observatum est in cometa anni 1680, cuius cauda ad 50, 60, 70 gradus protendebatur, cum caput vix stellis secundæ magnitudinis par esset. 2. Cauda iacet in plano orbitæ cometæ solem secante; fitque dilutior & tenuior, quo longius recedit a capite, uti simile quidpiam in vaporibus nostri aeris contingit. 3. Cauda aliquantum inflectitur in partes, quas nucleus relinquit, ob retardationem, quam halitus patiuntur tum in ascensu, tum in motu secundum tangentem orbitæ, eo fere modo, quo lux aut flamma, quam quis gestat, in partem relictam curvatur. 4. Ex ea parte, in quam tendit cometa, cauda lucidior adparet.

Ob resistentiam enim aliquam, quam tenuissimi halitus in atmosphæra solis utcunque rara patiuntur, cauda hac parte convexa aliquantum condensatur; unde plus luminis reflectit. 5. Ob atmosphæram cometarum fit, ut quemamodum Hevelio videbatur, cometa ex pluribus nucleis compositus adpareat. Similiter P. Cysatus cometam anni 1618 in tres globos, seu partes dissectum vidit; quod quidem tum mutationi atmosphæræ, tum fortassis etiam vitio telescopiorum tribuendum est, quæ illis temporibus nondum ad eam perfectionem, quam nunc habent, adducta erant.

II. Si caussa ascensus eorum halituum quæratur, ea ex pressione & legibus atmosphæræ solaris maxime repetenda videtur; postea enim, quam vapores ad maiorem altitudinem, & rariorem atmosphæram iam pervenere, tamen ultra ascendent tum ob motum iam conceptum, tum ob trusionem aliorum halituum subsequentium; a quibus eo facilius propelluntur, quo minus semper ob maiorem distantiam in corpus cometæ gravitant: & quo minorem resistentiam inveniunt. Siquis cum Keplero impulsionem radiorum solarium velit adsciscere, non repugno præsertim cum in iis regionibus materia lucis multo densior, spectata subtilitate halituum, per quos ipsæ stellæ transparent, non nulli effectui præstando par videatur. Si igitur a pressione atmosphæræ solaris repetitur ascensus halituum, haud ægre intelligitur, cur ii in partem a sole aversam semper eleventur, nimirum directione ea, quæ gravitatis directioni opposita est, præsertim cur pars anterior cometæ eiusque atmosphæræ ingente calore æstuet, & valde rarefiat; hinc halitus in partem contrariam tendent. Quapropter situs caudæ a sole semper aversus est; ac si cometa ante solem oriatur, cauda præcedet caput: si post solem occidat, capite iam infra horizontem demerso cauda adhuc eminebit, uti observatum est in cometa anni 1744. Verum & telluris situs considerandus est; si enim nucleus cometæ, terra, & sol in eadem iacent recta linea, ac sol cum cometa in oppositione existat, fieri potest, ut nucleus maior caudam obtegat, etsi hæc admo-

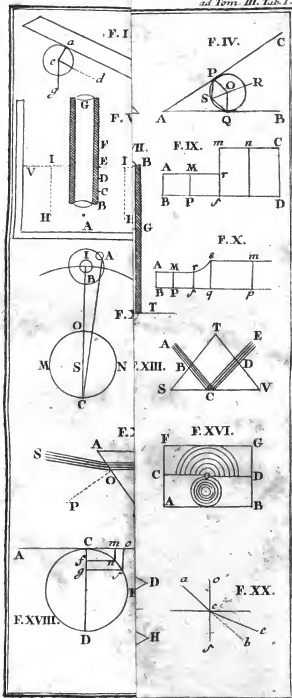
dum

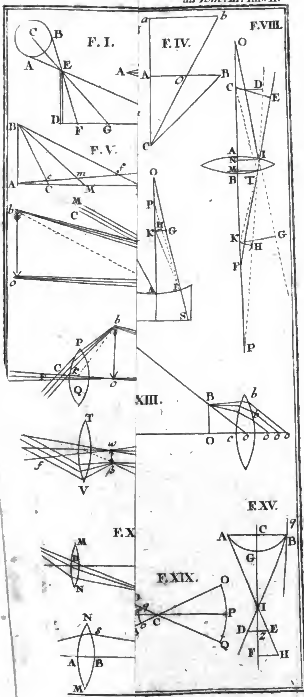
dum longa fit : Si nucleus concipiatur minor, & extremum caudæ admodum latum, circa caput cometæ fplendor, vel capillitium illuminatum adparebit.

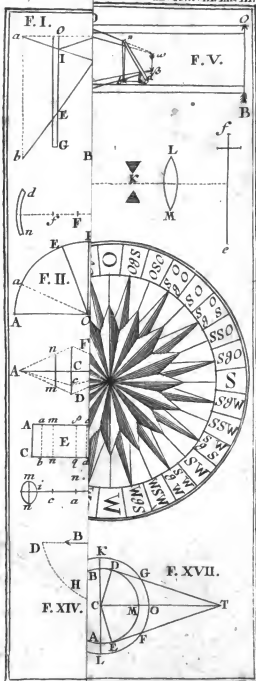
III. Color, magnitudo, ac figura caudarum varia eft, atque in eodem etiam cometa mutantur. Hiftoriæ fanguineas & flammeas caudas memorant, fortaffis ob partes quasdam phofphorefcentes, aut accenfas. In receffu a fole ii halitus condenfari, atque in nucleum recidere debent; unde minuetur magnitudo caudæ, uti in acceffu ad folem crefcere folet. Fuere, qui opinati funt, cometam foli vicinum partem atmofphæræ folaris attrahere, indeque caudam, & comam fuam augere. Sed vereor, ut ex hac cauffa notabile caudæ incrementum fiat. Certe denfior atmofphæræ folaris pars vix folem deferet Potiffima pars caudæ non nifi halitibus ipfius cometæ tribui poteft; quia per calorem folis non tantum atmofphæra eius nucleo circumfufa rarefieri, fed ingens etiam vaporum, & halituum vis furfum elevari debet. Denique quod fulci & intermixtæ in cauda umbræ provenire haud poffint ab illa umbra, quam nucleus cometæ proiicit, Bofcovichius probat in differtatione de cometis; indeque infert converfionem cometarum circa axem, quam Eulerus ex diverfitate lucis in diverfis caudis conclnferat.

Reliquum effet, ut de natura corporum totalium, atque imprimis cometarum, uti Tomo II. promiferam, adcuratius tractarem. Verum cum expofita vi gravitatis generalis in eodem loco, atque in hoc tomo explicatis iis, quæ ad conftitutionem telluris noftræ pertinent, perpauca de totalibus corporibus fatis cognita & explorata fint : & hiftoria quoque cometarum a pluribus diligenter confecta fit, removenda eft manus de tabula, ne fupra iuftam molem excrefcat opus. Siquis principia tot rerum ac tantarum, quæ propofita a nobis ac ftabilitata funt, fatis comprehenderit animo, via tuta deinceps progredi in inveftiganda natura, cognitionesque fua augenda, ut quidem opinor, poterit. Res enim tota maioris moliminis eft, quam ut uno, alteroque anno perfectionem quis adfequatur.

O. A. M. D. G.


F. I
F. IV.
F. V
F. IX.
F. X.
F. XIII.
F. XVI.
F. XVIII.
F. XX.


F. I.
F. IV.
F. VIII.
F. V.
XIII.
F. XV.
F. X
F. XIX.


F. I.
F. V.
F. II.
F. XIV.
F. XVII.
O
OSO
SO
SSO
S
SSW
SW
W

